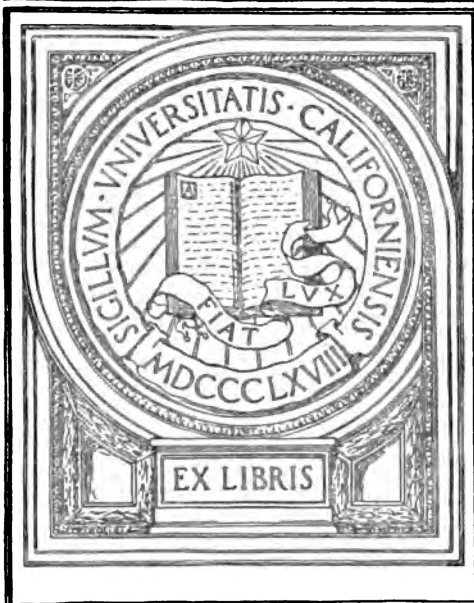

UC-NRLF
B 3 729 886


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

Max Schultze,
Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts in Bonn.

Supplement.

Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus von Franz Boll.

Mit 67 Figuren auf 4 Tafeln.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn.
1869.

Inhaltsverzeichniss.

Einleitung.

Die nachfolgenden Untersuchungen sind — zum grössten Theil wenigstens — entstanden während der Monate April und Mai des Jahres 1868, welche ein günstiges Geschick mir an der Seite meines verehrten Lehrers M. Schultze in Nizza und — für die letzten Wochen leider seines Rathes und Beistandes beraubt — in Villafranca zuzubringen erlaubte. Vor allem waren es dort die so hoch interessanten Classen der Cephalopoden und Heteropoden, welche mich anzogen und deren feineren Bau ich zum Gegenstande meiner Studien zu machen mich entschloss. In der That zeigen uns diese Formen, welche die Spitze und höchste Ausbildung des Molluskentypus repräsentiren, Gewebe von einer so hohen Stufe der Entwickelung und Differenzirung, dass dieselben sich würdig den complicirtesten normalen und pathologischen Bildungen der menschlichen Anatomie anreihen. Doch findet sich neben der höchsten Complication oft selbst unter dem Bilde der äussersten Differenzirung auch die höchste Einfachheit und das auf den ersten Blick verwickelste und schwierigst zu deutende Gewebe zeigt endlich in seiner Histiogenese, in seinen Beziehungen zur Zelle, eine Einfachheit, die uns oft überrascht und die Lösung allgemeiner histiologischer Fragen um vieles erleichtert.

Nach Deutschland zurückgekehrt, habe ich während des Sommers auch noch die mir zugänglichen Land- und Süsswassergasteropoden in den Kreis der Bearbeitung gezogen. Schon in Nizza hatte ich einigen Gasteropoden — besonders Chiton und einigen Opisthobranchiern — ein eingehendes Studium gewidmet, und immer mehr und mehr erkannte ich, wie die Ausdehnung meiner Untersuchungen auch auf diese Classe für die Entscheidung einzelner Fragen eine absolute Nothwendigkeit, für die Herstellung einer breiteren vergleichend histiologischen Basis wenigstens ein Desiderat sei. Und in der That sind die Fälle nicht selten, wo die Erforschung der

Histiologie der Gasteropoden auch auf manche unklare und zweifelhafte Verhältnisse der beiden anderen Molluskenclassen — besonders der denselben in mancher Hinsicht, z. B. in der Structur der Haut um vieles näher wie die Heteropoden stehenden Cephalopoden — ein helles Licht warf.

Es liegt in der Natur der Sache, in der Art und Weise, wie man am Meeresstrande seine Arbeit zu thun gezwungen ist, wo man abhängig ist von dem Material, von dem Reichthum oder der Armuth des Fischmarkts und von der wechselnden ungewissen Ausbeute, welche das Schleppnetz und das feine Netz gewähren, dass man nicht immer jede Frage mit der Ausdauer und der Vollständigkeit studiren kann, welche dieselbe vielleicht verdient. Eine gewisse Ungleichheit in der Behandlung der einzelnen Themata, ein bald mehr bald minder vollständiges und erschöpfendes Studium der einzelnen Fragen wird während einer Arbeitssaison am Meere, wo man viel weniger wie im Binnenlande Herr seines Materials ist, sich nie ganz vermeiden lassen. So sehr ich mich auch bemüht habe, nie halbe Arbeit zu liefern, sondern den einmal angegriffenen Gegenstand auch möglichst erschöpfend zu behandeln, ist es mir doch nicht immer möglich gewesen, alle Fragen wirklich allseitig abzuschliessen. In einzelnen Fällen ist meine Behandlung geradezu eine aphoristische geblieben und meine Resultate beschränken sich auf aus vereinzelten oder höchstens nur einmal wiederholten Beobachtungen gewonnene isolirt und unvermittelt dastehende einzelne Thatsachen. Doch ist es mir in einigen Fragen gelungen eine erschöpfendere Behandlung zu erzielen und einzelne histiologische Probleme wenigstens in so weit der Lösung näher zu bringen, wie eine gewissenhafte und ausdauernde Anwendung aller der Methoden, welche der modernen Histiologie zu Gebote stehen, es vermag. Es ist nach dem Rathe meines Lehrers mein beständiges Bestreben gewesen, die Methoden und Reagentien der modernen Histiologie auch für die innerhalb des Molluskentypus vorkommenden histiologischen Probleme zu verwerthen, und der bisweilen unerwartet glückliche Erfolg hat mich in der Ueberzeugung bestärkt, dass die bis jetzt in der mikroskopischen Anatomie der niederen Thiere fast allgemein übliche Behandlungsweise den complicirteren chemischen Methoden, deren sich in der Anatomie der Säugethiere und des Menschen die Wissenschaft schon lange bedient, Platz wird machen müssen. So sind mir abgesehen von den gebräuchlicheren Reagentien, der Kalilauge und Essigsäure,

die Osmiumsäure, das Jodserum, die Oxalsäure, das Kali bichromicum zum Theil und in einzelnen Fällen von ganz unschätzbarem Werthe gewesen. Doch ist eine einfache Uebertragung der an den Säugethieren ausgebildeten Methoden auf die niederen Thiere entschieden unzulässig. Die von einer viel concentrirteren Salzlösung durchtränkten Gewebe der Seethiere müssen eben auch nach einem anderen Maassstabe und meist mit stärkeren Salzlösungen behandelt werden.

Die Gesichtspunkte, nach denen ich die vorliegenden Fragen behandelt habe, sind rein histiologische gewesen und war es vor allem meine Absicht, in den folgenden Blättern einige Beiträge zur vergleichenden Histiologie zu geben. In Folge dessen sind denn auch die einzelnen Untersuchungen nach den vier grossen Gewebsgruppen zusammengestellt. Besonders aber zieht sich durch alle Einzeluntersuchungen das Bestreben, festzustellen, inwiefern die für die Mollusken ermittelten histiologischen Thatsachen auch in der Histiologie der Wirbelthiere vertreten sind, inwiefern es erlaubt ist, aus der Histiologie der ersteren auch auf die der letzteren Schlüsse zu ziehen und das hier Gefundene auch auf die dortigen Verhältnisse anzuwenden und für die dort noch ungelösten Probleme nutzbar zu machen. Der Erörterung dieser Fragen habe ich noch ein eigenes Schlusskapitel gewidmet.

I. Bindegewebe.

Uebereinstimmung des Bindegewebes bei Mollusken und Wirbelthieren.

Die Formen, in welchen das Bindegewebe innerhalb des Molluskentypus auftritt, geben an Mannichfaltigkeit denen des Vertebratenreiches nichts nach. Es ist derselbe in die verschiedenartigsten Formen sich kleidende Bildungstrieb, dieselbe proteusartige Veränderlichkeit, dieselbe hohe Anpassungsfähigkeit an das gerade vorhandene Bedürfniss, welche hier wie dort in gleicher Weise und in gleichem Maasse die bindegewebigen Bildungen charakterisiren.

Eine naturgemässe und zugleich wirklich scharfe Eintheilung der der Reihe der Bindesubstanzen angehörenden Gewebe zu geben, halte ich für unmöglich und habe ich den Versuch auch nicht gewagt. Auch bei den Mollusken stellt das Bindegewebe ein Continuum dar, dessen Zellen je nach der Lokalität und dem Bedürfniss, welches ihnen die Natur und der physiologische Zweck des Theiles, welchen sie bilden, auferlegt, die verschiedenartigsten Modificationen eingehen. Diese Verschiedenheiten beziehen sich vor allem auf die Produkte der formativen Thätigkeit des Zellprotoplasma, auf die Natur und Beschaffenheit der Intercellularsubstanzen, weit weniger auf die in den meisten der Bindegewebsgruppe angehörenden Geweben sich sehr ähnlichen Zellen. So verschieden nun auch bei den Mollusken auf den ersten Blick z. B. Knorpel und fibrilläres Bindegewebe erscheinen, so giebt es zwischen beiden doch stets morphologisch vermittelnde Uebergänge; ein chemischer Unterschied existirt zwischen den verschiedenen Intercellularsubstanzen der Mollusken ebenfalls nicht, und es liegt Grund vor, anzunehmen, dass auch innerhalb des Molluskentypus die Genese der Intercellularsubstanzen auf gleiche Weise wie im Wirbelthierreich nach der Theorie von Schwann und M. Schultze in der formativen Thätigkeit des Protoplasma begründet ist. Ich ziehe es daher vor, die kleine aber zum grössten Theil hochinteressante Gruppe der von mir genauer studirten Bindesubstanzen nicht weiter nach histiologischen Principien einzutheilen, sondern rein künstlich nach den einzelnen Molluskenklassen, in denen dieselben vorkommen. abzuhandeln.

A. Gasteropoden.

Zungenknorpel von Neritina fluviatilis.

Die höchst interessanten histiologischen Verhältniss eder Zungenknorpel der Gasteropoden sind besonders eingehend von Claparède in seiner schönen Monographie über Neritina fluviatilis beleuchtet worden. Schon vor ihm hatte Valenciennes[1]) eine Abbildung des Gewebes derselben bei Buccinum undatum geliefert. Eine genauere histiologische Analyse derselben an mehreren Gasteropoden-

1) Archives du Muséum d'histoire naturelle T. V. 1844. Pl. XXV, Fig. 7. citirt nach Claparède.

species wurde zuerst von Lebert[1]) gegeben. Er ist der erste, welcher die hohe Aehnlichkeit, welche dieses Gewebe bei vielen Species mit dem Pflanzenzellgewebe zeigt, hervorhebt. Semper leugnet in seinen Beiträgen zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten[2]) die knorpelige Natur dieses Gewebes gänzlich; er wäre in diesen Irrthum nicht verfallen, wenn nicht in der That gerade die von ihm untersuchten Species diese Verhältnisse nur sehr mangelhaft erkennen liessen. Claparède hat endlich ausgehend von Neritina fluviatilis die Histiologie dieser Zungenknorpel durch eine ganze Reihe von Gasteropodenfamilien verfolgt und in einer wahrhaft meisterhaften Untersuchung auf das Genaueste erörtert. Ich habe seine Untersuchungen an Neritina sehr eingehend wiederholt, weil mir einige Punkte von theoretisch-histiologischer Wichtigkeit noch dunkel und zweifelhaft geblieben waren.

Ich kann in der Hauptsache die Beschreibung Claparède's durchaus bestätigen. Auf einem feinen Schnitt durch den frischen ausgewachsenen Zungenknorpel (Fig. 1) sieht man grosse und kleinere mit abgerundeten Ecken polygonale Zellen mit rundem Kern und feinkörnigen grauen Protoplasma. Die Zellen erscheinen durch feine starre gerade glänzende Wände getrennt, welche wir nach den herrschenden histiologischen Anschauungen als aus der Verschmelzung der auf und von den einzelnen ursprünglich bloss aus Kern und Protoplasma bestehenden Zellen allmälig abgelagerten und verdickten Membranen hervorgegangen anzunehmen haben. Die Angabe Claparède's, welcher zwischen den einzelnen Zellwänden eine Intercellularsubstanz beschreibt und abbildet, »welche indess so spärlich vorhanden ist, dass man kaum hie und da ein geringes Auseinanderweichen der Zellwände wahrnimmt«, kann ich nicht bestätigen. Die Zellmembranen verschmelzen hier ganz allgemein mit denen der benachbarten Zellen. Die dadurch entstandenen Wände zwischen den einzelnen Zellen sind stets solide; ebensowenig lässt sich an den Knotenpunkten, an denen häufig vier Zellen zusammenstossen, eine Spaltung derselben in vier Territorien, bedingt durch dazwischen vorhandene Intercellularsubstanz, wahrnehmen. Dieselben erreichen zwar oft eine ansehnliche Dicke, bleiben aber stets compact; die von

1) Müller's Archiv 1846 p. 443.
2) Zeitschr. für wiss. Zoologie VIII, p. 356.

Claparède gezeichnete Höhlung an diesen Stellen habe ich nie auch nur andeutungsweise gesehen. Auch gelingt es nie z. B. durch Kali-Lauge die einzelnen den Knorpel zusammensetzenden Zellenterritorien zu isoliren, wie es z. B. bei dem Scleroticalknorpel der Cephalopoden, wie wir später sehen werden, möglich ist. Die Verhältnisse der jungen noch im Wachsthum begriffenen Neritinenknorpel, den Modus der Zellvermehrung habe ich ebenfalls genauer untersucht und kann die Claparède'schen Angaben lediglich bestätigen.

Eine Ergänzung derselben kann ich auch noch in Bezug auf das Verhältniss der denselben constituirenden Elemente an den Rändern mittheilen. Die Zellen werden kleiner, namentlich auf Kosten des einen Durchmessers; sie stehen in einzelnen durch ansehnliche breitere Brücken von feinfaserig structurirter Zwischensubstanz getrennten Reihen, die nach dem Rande des Knorpels zu immer schmäler werden, so dass die Randschicht des Knorpels wie die Abbildung zeigt, fast ganz dem fibrillären Bindegewebe gleicht. Die schmalen spindelförmigen Zellen liegen in Längsreihen in der fein längsgefaserten Masse, in welche das Bindegewebe der Muskelsehnen an einigen Stellen deutlich übergeht.

B. Heteropoden.

Bindegewebe der Heteropoden.

Die Classe der Heteropoden verdankt ihr eigenthümlich durchsichtiges Aussehen, ihre gallertige Beschaffenheit und die hieraus resultirende hohe Aehnlichkeit mit der Classe der Medusen der mächtigen Entwickelung eines höchst interessanten durchsichtigen in die Gruppe der Bindesubstanzen gehörenden Gewebes, welches fast überall unter der einschichtigen Epidermis vorhanden, an einzelnen Stellen eine Schicht von gegen $^1/_2$ Zoll Durchmesser und mithin den bei weitem grössten Theil der Masse des Heteropodenleibes bildet. Gegenbaur[1]) und Leuckart[2]) haben in ihren für die Anatomie dieser so höchstinteressanten Thierklasse unentbehrlichen uns noch oft zu citirenden Untersuchungen zuerst dieses Gewebe näher untersucht und namentlich ist es letzterer, dem wir die genauesten Angaben darüber verdanken.

---

1) Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. 1855. p. 131.

2) Zoologische Untersuchungen III, p. 7. 1854.

Bei allen den von mir untersuchten Arten (Carinaria mediterranea, Pterotrachea coronata und mutica) ist das Verhalten dieses Gewebes durchweg das gleiche. Ein Stück dieses Gewebes aus der Seite oder vom Rücken des lebenden Thieres entnommen und frisch ohne jeden Zusatz bei starker Vergrösserung untersucht, giebt in der That ein sehr schönes Bild (Fig. 2). Die Grundsubstanz ist absolut structurlos, glashell, durchsichtig, bei Essigsäurezusatz unverändert; ihr Brechungsexponent ist nur wenig von dem des Wassers unterschieden. In dieser klaren Grundsubstanz sieht man in nicht unbeträchtlichen Entfernungen von einander zellige Gebilde eingelagert, welche den histiologischen Werth von Bindegewebskörperchen haben. Ich halte es für zweckmässig, drei Formen derselben zu unterscheiden, ohne für das erste diesen Unterschieden noch eine tiefere Bedeutung beimessen und das Vorhandensein von Uebergängen bezweifeln zu wollen.

1) Die entschieden häufigsten und jedenfalls am meisten in die Augen fallenden Formen (a) sind Zellen, mit einem verhältnissmässig kleinen Zellenkörper und einer förmlich buschartigen, nach allen Seiten fast gleichmässig ausstrahlenden sehr feinen Verästelung, durch welche die Zelle mit ihren Nachbarn zusammenhängt. Das Protoplasma ist ziemlich grobkörnig. In dem lebenden Gewebe ist von Kernen nichts zu sehen, erst der Zusatz von Essigsäure lässt einen, mitunter auch zwei Kerne in der Zelle sichtbar werden. Die am reichsten verästelten Zellen fand ich an grossen Exemplaren von Pterotrachea cornata, denen das gezeichnete Präparat entnommen ist. Bei Carinaria gleichen diese Zellen mehr den sternförmigen Bindegewebskörperchen der höheren Thiere. Sie sind zwar stets noch reich verästelt, stehen jedoch der allseitigen buschartigen Verästelung, welche dieselben bei Pterotrachea zeigen, bedeutend nach. Doch kommt auch bei dieser Species ein ebenso vollständiges Netz anastomosirender Zellen zu Stande wie bei Perotrachea. Auch an einzelnen Stellen des Leibes von Pterotrachea selbst z. B. an der Rüsselspitze und auch besonders an den Kiemen schwindet die reiche Verästelung dieser Zellen sehr zusammen und gleichen dieselben dort fast ganz den sternförmigen Bindegewebskörperchen, zwischen welchen und den reich verästelten Formen eine geschlossene Reihe von Uebergängen vorhanden ist.

2) Als eine zweite Form (b) betrachte ich einzelne in der Grundsubstanz eingebettete Kerne, um welche noch eine nicht sehr grosse

Menge deutlich körnigen Protoplasma's gelagert ist. Eine deutliche Gränze findet sich gegen die Grundsubstanz hin nicht. Das Protoplasma wird heller, feinkörniger. Bald unterscheidet man kein deutliches Korn mehr; die nächste Umgebung der Protoplasmaanhäufung erscheint wie durch einen Hauch etwas getrübt und endlich geht auch diese leise Trübung in die vollkommen klare und durchsichtige Grundsubstanz über.

3) Die letzte Form c, d, e, f ist nicht ganz so präcise zu characterisiren, wie die beiden vorhergehenden. Es sind dies ein-, seltener zweikernige Zellen, deren Protoplasma an Masse noch bedeutend das der reich verästelten Zellenformen übertrifft und welche stets eine kugelig runde Form zeigen. Das Protoplasma ist undurchsichtig, grobkörnig. Der Kern bleibt im frischen Zustande und nach Behandlung mit Osmiumsäure unsichtbar. Bei Essigsäurezusatz erscheint er sofort, gross und hell. Innerhalb dieser Formenreihe kommen jedoch noch wieder in Bezug auf die Begränzung dieser Zellen Verschiedenheiten vor. Was sich gleichzubleiben pflegt ist die kugelige Gestalt und die Grösse dieser Zellen. Die Begränzung dieser im Querschnitt also rund erscheinenden Zellformen ist entweder unregelmässig mit kleinen Unebenheiten und gezähnelten körnigen Fortsätzen, welche jedoch nie den Werth wahrer Ausläufer erlangen (c). Wenn auch kein scharfer glänzender Contour das Protoplasma von der structurlosen glashellen Zwischensubstanz scheidet, so ist doch von einem Uebergange beider in einander, wie bei der vorher betrachteten zweiten Form, keine Spur. Neben diesen giebt es eine zweite Zellform, deren regelmässig kugelige Gestalt von einem einfachen aber haarscharfen glänzenden Contour begränzt erscheint. Bei Essigsäurezusatz bleibt, ausserdem dass ein Kern in in ihnen auftritt, ein Theil dieser scharfcontourirten Zellen ganz unverändert (d), eine eben so grosse Anzahl sieht man sich jedoch deutlich mit einem doppelcontourirten messbaren Saum umgeben (e). Einige Male, jedoch sehr selten, sah ich ganz deutlich aus diesen scharf theils einfach theils doppelt contourirten Zellen einen verhältnissmässig langen starren geraden unverästelten Fortsatz hervorgehen. War eine doppelt contourirte Membran vorhanden, so durchbohrte der Fortsatz dieselbe deutlich (Fig. 2, f).

Es zeigt das soeben in seinen Grundzügen beschriebene Bindegewebe der Heteropoden eine ganz überraschende Uebereinstimmung mit der Bindesubstanz des Tunicatenmantels, wie wir dieselbe

aus den schönen Untersuchungen Franz Eilhard Schulze's [1]) kennen gelernt haben. Die erste aus dem Bindegewebe der Heteropoden beschriebene verästelte Zellform kommt nach F. E. Schulze allen von ihm untersuchten Thieren zu. Eine so reiche Verästelung wie bei den Heteropoden scheint jedoch bei den Tunicaten nicht vorzukommen, und habe ich, der ich das Bindegewebe von mehreren dieser Classe angehörigen Thieren im frischen Zustande untersuchte, stets nur die von F. E. Schulze beschriebenen und abgebildeten Formen vorgefunden. Doch kann dieser Unterschied ja nur eine quantitative Bedeutung haben, da bei Pterotrachea selbst an den oben erwähnten Stellen Uebergänge zwischen den reich verästelten und einfach sternförmigen Formen vorkommen. Das Vorhandensein einer besonderen Membran um dieselben halte ich für die so reich verästelten Zellen bei Pterotrachea wenigstens für unmöglich. Ich glaube diesen Zellen selbstständige Contractionen, Gestaltveränderungen, amöboide Bewegungen zuschreiben zu müssen. Es kommen jedoch nur bei grosser Ausdauer und langer Beobachtungszeit einige und dann noch sehr geringe Gestaltveränderungen vor, wie bei einem so kalttemperirten Thiere auch nicht anders zu erwarten; die Frage, ob diese Zellen auch eine formative Thätigkeit äussern und mit zur Bildung der Intercellularsubstanz beitragen, glaube ich bejahen zu müssen. In der Rüsselspitze und dem bindegewebigen Gerüst der Kiemen kommen ganz allein diese sternförmigen Zellen vor und sind mithin die einzigen Elemente auf welche die Bildung der Zwischensubstanz — welche hier nur spärlich vorhanden ist — zurückgeführt werden könnte.

Die zweite Zellform, welche eigentlich nur noch Zellenreste darstellt, ist ebenfalls von F. E. Schulze von Salpa maxima beschrieben worden. Ihre Deutung ist verhältnissmässig leicht. Ich kenne keinen schönern Beweis für die Richtigkeit der Schwannschen Bindegewebstheorie wie diese Kerne umgeben von einem in die Grundsubstanz ganz continuirlich übergehenden Protoplasma, so dass dieselben wie von einem Hof umgeben erscheinen. Die Entstehung der Zwischensubstanz aus dem Protoplasma kann hier gleichsam in flagranti beobachtet werden.

Ueber das Verhältniss der dritten im Bindegewebe der Hete-

---

1) Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. XII. 1862. p. 177.

ropoden vorkommenden Zellform, welche ganz mit denselben eigenthümlichkeiten und Modificationen von F. E. Schulze aus dem Bindegewebe von Salpa maxima beschrieben worden ist, zu den beiden ersten, ist es schwer zur Klarheit zu gelangen. Die Frage ob Uebergänge zwischen der ersten und der dritten Form vorkommen ist mit Gewissheit nicht zu entscheiden. Am meisten Aehnlichkeit besitzen die buschförmig verästelten Zellen noch mit den Zellen der dritten Form, welche zwar eine kugelige Gestalt aber keine Membran besitzen, ja nicht einmal durch einen scharfen Contour von der Grundsubstanz getrennt sind, wenn auch von einem Uebergange beider in einander nicht die Rede sein kann. Nehmen wir an, dass eine reich verästelte Zelle, der wir ja die Fähigkeit selbstständiger Contractionen zuschreiben, ihre Fortsätze sämmtlich eingezogen hat, so haben wir ganz das Bild dieser membranlosen kugeligen Zellen. Ob derartige Vorgänge aber auch wirklich in dem lebenden Gewebe vorkommen, wage ich nicht zu behaupten. Zwischen beiden Formen vermittelnde Stadien habe ich nicht gesehen. Ganz dieselbe Unklarheit herrscht auch über das Verhältniss dieser dritten Zellform zu denjenigen Zellen, deren Protoplasma direct in die Zwischensubstanz übergeht. Ich möchte vermuthen, dass bei ersteren die Umwandlung des Protoplasma in Intercellularsubstanz durch eine viel langsamere und vielleicht auch periodische Ablagerung der erhärteten feinen äussersten Protoplasmaschichten — Membranen — zu Stande kommt, während bei den letzteren der Prozess um vieles schneller von der Peripherie zum Centrum vorschreitet, und nicht eine äusserst feine Randschicht nach der andern sondern die ganze Zelle fast gleichzeitig in Intercellularsubstanz umwandelt. Die vermittelnden Stadien zwischen beiden Extremen würden auch hier wieder die indifferenten membranlosen Zellen von kugeliger Gestalt darstellen.

Hauthöcker von Carinaria.

Ein ganz besonderes Interesse gewährt es, eine eigenthümliche Modification der grossen kugeligen Zellform, welche in den s. g. Hauthöckern von Carinaria vorkommt, zu studiren. Das ganze Thier ist mit etwa über stecknadelknopfgrossen hellen, weisslichen opalisirenden Höckern von knorpeliger Consistenz übersäet. Fig. 3 stellt einen derselben im Durchschnitt dar. Die Epidermis hat an

der Bildung derselben keinen Antheil sondern überzieht dieselben nur in einfacher Schicht. An der Basis des Höckers sieht man das gewöhnliche Bindegewebe der Heteropoden; die verästelten Zellen erscheinen hier, wie bei Carinaria überhaupt der Fall, mehr sternförmig und den Bindegewebskörperchen der Wirbelthiere ähnlicher wie den reich verästelten Zellen von Pterotrachea. Sehr häufig finden sich zwischen denselben die grossen runden doppelt contourirten Zellen. Gegen die Mitte des Höckers nehmen dieselben an Grösse noch zu; es theilen sich die Kerne, sie zerfallen in zwei bis mehrere Zellen, welche durch Scheidewände getrennt werden; es bildet sich endlich eine völlige concentrische Schichtung um die einzelnen, eine ganze Brut von Tochterzellen enthaltenden Mutterzellen heraus, so dass das Bild ganz an die bekannten zusammengesetzten Knorpelzellen der Wirbelthiere erinnert und man normalen Wirbelthierknorpel vor sich zu haben glauben würde, wenn nicht zwischen den einzelnen von concentrischen Schichten umgebenen Zellen auch noch das reich verästelte Netz der Bindegewebskörperchen vorhanden wäre. So aber gleicht dies Gewebe mehr einem gemischten Enchondrom. Ein bestimmter Unterschied zwischen Zellmembran und Intercellularsubstanz lässt sich auch an diesen Hauthöckern nicht nachweisen. Die innersten also jüngstgebildeten concentrischen Ringe erscheinen noch scharf und deutlich gezogen. Je weiter man aber nach aussen geht, desto mehr verschwimmen die Ringe und sind endlich von der homogenen Grundsubstanz nicht mehr zu unterscheiden. Niemand, der ein derartiges Präparat gesehen hat, wird die völlige Uebereinstimmung mit echtem Knorpel leugnen können; auch lassen sich weder morphologische noch chemische Unterschiede nachweisen. Doch lässt sich die Entwickelung dieser Knorpelzellen · aus den gewöhnlichen scharf-, bisweilen auch doppelt contourirten kugeligen Bindegewebszellen durch die geschlossene Uebergangsreihe der an der Basis des Hauthöckers vorkommenden Formen deutlich verfolgen, und gewähren diese Hauthöcker einen sehr schönen Beweis gegen die specifische Verschiedenheit des Knorpels von dem gewöhnlichen Bindegewebe.

Zungenknorpel von Pterotrachea.

Ehe ich das Bindegewebe der Heteropoden verlasse, will ich noch der hier ebenfalls wie bei den schon behandelten Gasteropoden histiologisch besonders interessanten Zungenknorpel, welche ich von

Pterotrachea coronata genauer untersuchte, gedenken. Huxley[1]) hat schon bei Firoloides Desmarestii die Aehnlichkeit dieses Gewebes mit dem Knorpel erkannt. Ueberraschend ist die Uebereinstimmung, welche dieses überaus schöne Gewebe mit den von F. E. Schulze aus dem gemeinsamen Mantel einer Colonie von Aplidium beschriebenen und abgebildeten Zellen zeigt, welche überhaupt die Mäntel vieler Ascidier zusammensetzen. Die Hauptmasse des Zungenknorpels (Fig. 4) ist aus sehr grossen blasigen Zellenräumen zusammengesetzt, welche durch feine, harte, glänzende und starre, deutlich längsgestreifte Scheidewände getrennt sind, deren Längsstreifung auf die Entstehung derselben aus der Verschmelzung feiner auf der Oberfläche abgelagerter Membranen mit denen der benachbarten Zellen hinweist. Die Aehnlichkeit mit einem Pflanzengewebe ist auf den ersten Blick sehr gross. Die mächtigen Zellen geben schon bei Betrachtung mit blossem Auge dem Zungenknorpel ein eigenthümlich blasiges Aussehen. Die von den Scheidewänden eingeschlossen kugelig polygonalen mächtigen Hohlräume sind zum grössten Theil mit Intracellularflüssigkeit angefüllt, gewöhnlich ist nur noch — ganz wie F. E. Schulze es beschreibt — ein geringer Haufe Protoplasma an einer Wand oder in einer Ecke der Zelle angehäuft, von welchem Fäden und unregelmässige Ausläufer wie Arme sich zu den anderen Wänden der Zelle herüberstrecken. Am frischen Object gelang es in diesen Protoplasma - Pseudopodien eine, wenn auch sehr langsame Protoplasmaströmung wahrzunehmen. Im Protoplasma der lebenden Zellen war der Kern unsichtbar; erst nach Essigsäurezusatz erschien derselbe. F. E. Schulze beschreibt und zeichnet zwischen den einzelnen Zellen, namentlich an Stellen, wo mehrere Maschenräume des Gewebes zusammenstossen »wenig Grundsubstanz mit sternförmigen Zellen«. Ich muss gestehen, dass ich hierauf bei meinen Beobachtungen nicht besonders geachtet habe, und will daher das Vorkommen derselben an meinem Object wenigstens nicht direct in Abrede stellen. Auf der von dem frischen Präparat sofort angefertigten Zeichnung ist nichts derartiges zu sehen und erscheint in dieser Beziehung das Gewebe desselben mit dem der Zungenknorpel von Neritina ganz identisch. — An den freien Rändern des

---

1) On the morphology of Cephalous Mollusca. Transactions of the Royal Society of London 1853. Part I. p. 31.

Knorpels werden die Zellen ganz klein und zeigen noch keine Intracellularflüssigkeit, welche erst in den vorgerückteren Altersstadien der Zellen dieses Gewebes, wie sie im Innern der Zungenknorpel vorkommen, zur Ausbildung zu kommen scheint.

C. Cephalopoden.

Fibrilläres Bindegewebe der Cephalopoden.

Das fibrilläre Bindegewebe dieser Thiere untersucht man am besten im frischen Zustande, indem man das lockere, eine dicke Scheide um den in der Axe der Arme gelegenen Nervenstamm bildende Gewebe unter das Mikroskop bringt. Dasselbe ist durch seinen hohen Wasserreichthum ausgezeichnet. Es gleicht dem embryonalen Bindegewebe der höheren Thiere so, dass man es damit verwechseln kann, nur sind die lockig geschwungenen feinen und gröberen Fasern etwas steifer gehalten wie bei den Wirbelthieren. An zelligen Elementen finden sich reich verästelte sternförmige Bindegewebskörperchen und daneben Zellen, deren Protoplasma noch in Umwandlung in fibrilläres Bindegewebe begriffen ist, Belege für die Richtigkeit der Schwann-M. Schultze'schen Ansicht, wie sie schöner nicht in der embryonalen Cutis der Säugethiere vorkommen.

Blutgefässe und Blut der Cephalopoden.

Es ist hier der Ort, einige Bemerkungen über die Struktur der feineren Gefässe, die gerade in diesem Untersuchungsobject besonders zahlreich und günstig sind, anzuschliessen. Fig. 5 stellt die Auflösung eines feinen Gefässstammes in Capillaren dar. Man sieht deutlich, dass die Wand der Gefässe aus sehr platten Endothelien zusammengesetzt ist, deren Kerne schon ohne Essigsäurezusatz sichtbar sind. Die Kerne der Endothelien ragen theils in das Gefässlumen hinein, theils sitzen sie der Gefässwand buckelartig auf H. Müller beschreibt in seinem für die Histiologie der Cephalopoden überhaupt classisch gewordenen und von uns noch oft zu citirenden Berichte über seine im Herbst 1852 in Messina angestellten Untersuchungen [1]) »zahlreiche Ausläufer von Gefässen, die nur als seröse Gefässe aufgefasst werden können, da sie viel zu dünn sind

---

1) Zeitschr. für wiss. Zoologie 1853. Bd. IV, p. 338.

um Blutkörperchen durchzulassen. Es sind äusserst reiche und weithin ausstrahlende auch unter sich anastomosirende Ramificationen, welche nicht selten besonders an den dickeren Theilungsstellen mit Kernen versehen sind. Ihre wirkliche Hohlheit konnte durch Injection nachgewiesen werden. Die feinsten Reiser hängen mit einem Netz von Zellen zusammen, deren ramificirte Ausläufer an Reichthum und Ausdehnung nur mit den grössten Knochenkörperchen der höheren Thiere verglichen werden können.« Diese höchst interessanten Angaben H. Müller's kann ich im gewissen Sinne bestätigen. Es scheint, wie auch die Abbildung zeigt, ein Netz von Bindegewebszellen mit dem Lumen des Gefässes in offener Communikation zu stehen. Leider habe ich es versäumt Injectionen anzustellen, welche allein in dieser Frage entscheiden konnten. Auch ist es mir nicht gelungen, diese mit dem Gefäss in Verbindung stehenden Zellen zu einem so ausgedehnten Netz zu verfolgen, wie Müller beschreibt. — Die Blutkörperchen der Cephalopoden, welche schon von Lebert und Robin [1]) beschrieben wurden, sind den farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere nahe verwandt.

Kopfknorpel der Cephalopoden.

Besonderes histiologisches Interesse gewährt das Studium der bei den Cephalopoden hoch entwickelten, durch eine festere und consistentere Intercellularsubstanz von den übrigen Bindesubstanzen ausgezeichneten Knorpelformen. Der Kopfknorpel, welcher am besten an frischen feinen Schnitten untersucht wird, zeigt bei Betrachtung mit blossem Auge Aussehen und Consistenz ganz wie Wirbelthierknorpel. Unter dem Mikroskop erscheinen in der structurlosen Zwischensubstanz reich verästelte anastomosirende Zellen. Fig. 6 stellt einige derart aus dem Kopfknorpel von Octopus vulgaris dar. Bald sind die Fortsätze allseitig, bald vorwiegend nach einer Seite hin gerichtet. Sehr interessante Bilder bot der Kopfknorpel von Sepia (Fig. 7). Die ganze Intercellularsubstanz fast erschien bei Betrachtung mit den stärksten Objectiven — Hartnack's Linse IX — fein längsgestreift. Bei näherer Untersuchung ergab sich, dass diese feine Längsstreifung durch die letzte und feinste Verästelung der von den Knorpelzellen ausgehenden Fortsätze bedingt wurde. Die

---

1) Müller's Archiv. 1846. p. 122.

Knorpelzellen zeigten eine sehr reiche jedoch stets nach einer Seite hin gerichtete Verästelung. Die langen Ausläufer verlaufen parallel neben einander und verästeln sich fortwährend unter spitzen Winkeln noch feiner, bis endlich die ganze Intercellularsubstanz ein längsstreifiges Aussehen annimmt. — Bemerkenswerth ist noch, dass der Kopfknorpel der Cephalopoden stets, wenn auch nur sparsam Capillaren enthält.

Aequatorialring von Sepia.

Unstreitig von dem grössten allgemein histiologischen Interresse ist die Structur des s. g. Aequatorialringes im Auge der Sepia. Es gebührt V. Hensen[1]) das hohe Verdienst die in dieser knorpeligen Bildung vorkommenden höchst eigenthümlichen Zellenformen zuerst entdeckt und ihre Uebereinstimmung mit pflanzlichen Zellen erkannt und scharf begründet zu haben. Obwohl ich mich lange und eingehend mit diesen für die Histiologie so höchst interessanten Zellen welche eine fast vollständige Analogie mit dem Pflanzengewebe zeigen, beschäftigt habe, so vermag ich doch den Resultaten der meisterhaften Untersuchung Hensen's, die ich durchweg bestätigen kann, nur wenig Neues von Bedeutung hinzuzusetzen.

An feinen senkrechten Schnitten durch den Aequatorialring der Knorpelhaut (Fig. 8) erscheint derselbe ganz aus einer einzigen Schicht von Knorpelzellen zusammengesetzt in der Art, dass stets eine einzige Zelle sich durch die ganze Dicke des Knorpels hindurch erstreckt. Ausnahmen wie bei a sind sehr selten. Was jedoch diesen Knorpel vor allem auszeichnet, ist der Umstand, dass die von den einzelnen Zellen gebildeten Territorien der Intercellularsubstanz nicht mit einander verschmolzen sind wie bei jedem andern bis jetzt noch bekannt gewordenen Knorpel[2]) sondern durch deutliche Contouren

---

1) Ueber das Auge einiger Cephalopoden (besonders abgedruckt aus der Zeitschr. für wiss. Zoologie 1865. Bd. XV. p. 15).

2) Ich vermuthe, dass die interessanten von Kölliker (Untersuchungen zur vergl. Gewebelehre p. 114. Taf. III, 35, 36, 37) beschriebenen Knorpel der Kiemenfäden von Sabella, einer Annelide, die gleichen Verhältnisse zeigen. M. Schultze zeigte mir in Nizza an der prachtvollen Sabella pavonina diese Knorpel. Doch habe ich sie damals nicht näher untersucht. Erst später glaubte ich mich zu erinnern, Contouren zwischen den einzelnen Zellmembranen gesehen zu haben.

schon am frischen Präparat geschieden erscheinen und sich durch die Moleschottsche Kalilauge von $33^{1}/_{3}$ % die einzelnen Knorpelzellen mit den von ihnen gebildeten Territorien vollständig isoliren lassen. Fig. 9 stellt eine Reihe auf diese Weise mit ihren Knorpelmembranen aus dem frischen Knorpelringe isolirter Zellen dar, an denen man die Verhältnisse ebenso deutlich ja mitunter noch besser wahrnimmt wie an den feinsten senkrechten Durchschnitten. Ein Aufenthalt von höchstens einer halben bis zu einer ganzen Minute in der Kalilauge genügt zur Isolation der frischen Zellen vollständig. Ein längeres Verweilen geschieht nur auf Kosten des feineren histiologischen Details. Die Wände zwischen den einzelnen Zellen sind gewöhnlich dünn, zeigen aber dafür nach der Aussen- und Innenseite des Auges eine sehr beträchtliche Verdickung und in derselben 2—4 parallele einer concentrischen Schichtung entsprechende Streifen. Die Knorpelzelle enthält in ihrem grobkörnigen Protoplasma einen mitunter auch zwei Kerne. Die Contouren erscheinen ausserordentlich unregelmässig und sind namentlich an den der Aussen- und Innenseite des Bulbus entsprechenden Seiten häufig gar nicht deutlich sichtbar und von der Intercellularsubstanz, in welche sie überzugehen scheinen, nicht zu unterscheiden, wenigstens nicht durch einen scharfen Contour zu trennen. Es beruht dies auf der namentlich an diesen Stellen sehr hohen Entwickelung eines Systems feiner ausserordentlich reich verästelter Fortsätze und Ausläufer der Zellsubstanz, welche sich allmählig mit dem weiteren Eindringen in die Intercellularsubstanz bis zur äussersten Zartheit verschmälern. Das Aussehen der dicken concentrisch geschichteten Zellenwände ist ein sehr fein längsstreifiges, ovalkörniges (Hensen). Sie erscheinen auf Durchschnitten meist fein punktirt; manchmal erscheinen die Punkte jedoch in der Richtung der Längsaxe der Zelle strichförmig verlängert und lässt sich ein solcher Punkt häufig bei Veränderung der Einstellung durch die ganze Dicke der Wand hindurch verfolgen. Diese Thatsachen sind jedoch nur durch die stärksten Vergrösserungen zu ermitteln und kann ich nicht umhin den hohen Scharfsinn und die Beobachtungsgabe Hensen's zu bewundern, der diese Verhältnisse so scharf und wahr an in Kali bichromicum erhärteten Augen erkannte. Ich habe vergleichungsweise auch längere Zeit in Kali bichromicum gelegene Augen untersucht und sind an diesen die Verhältnisse um vieles schwieriger zu erkennen wie an frischen Präparaten. Namentlich sind an denselben die Knorpelkörper stets

retrahirt und erscheinen durch einen einfachen Contour begränzt; von der im frischen Zustande deutlich vorhandenen Ausfaserung der Zelle an ihren schmalen Enden, welche den Uebergang zu den feinen Porenkanälen der Grundsubstanz bildet, ist an diesen Präparaten keine Spur sichtbar. Und gerade dieser vermittelnde Uebergang der sich beständig verfeinernden Ausläufer der Zelle in die feinen Streifen der Intercellularsubstanz ist der sicherste Beweis für die Richtigkeit der Deutung Hensen's, welcher die feine Streifung, welche den verdickten Enden ihr ovalkörniges Aussehen verleiht, mit den Porenkanälen der pflanzlichen Zellen parallelisirte. Es ist in der That häufig fast eine Unmöglichkeit am frischen Präparat zu entscheiden, wo die Zelle aufhört und die Knorpelsubstanz beginnt; nicht dass beide in einander allmälig übergingen, sondern die Configuration der Gränze beider ist durch die zahllosen feinen Ausläufer eine so complicirte geworden, dass unsere besten Objective sie jetzt noch kaum aufzulösen vermögen. An einigen Präparaten (z. B. Fig. 9 d) kann man die Fortsetzungen der Zellsubstanz genau bis zum ersten concentrischen Streifen in die Zwischensubstanz hinein verfolgen. Jenseits des Streifen beginnt eine feine Strichelung der Zwischensubstanz, die directe verfeinerte Fortsetzung der Protoplasmafortsätze. Ich will noch erwähnen, dass an einigen Zellen auch die Seitenwände eine beträchtlichere Verdickung und Durchbohrung durch Porenkanäle zeigen, die jedoch hier sich selten bis zu dem Grade verfeinern wie an den verdickten Enden, so dass sich oft die einzelnen Fortsätze des Zellprotoplasma bis an die Gränze der von der Zelle gebildeten Knorpelmembran verfolgen lassen (Fig. 9 c, e, f). Ich stehe daher nicht an, den von Hensen begründeten vollständigen Parallelismus zwischen diesem und echtem pflanzlichen Gewebe, die Zusammensetzung der Intercellularsubstanz aus den von den einzelnen Zellen gebildeten Membranen sowie das Vorhandensein von echten Porenkanälen durchweg anzuerkennen.

Orbitalmasse der Cephalopoden.

Bei allen Cephalopoden liegt um das Ganglion opticum eine nicht unbeträchtliche Quantität einer weichen hellgelben fettartigen Masse, über deren Functionen die Vermuthungen der Autoren bis jetzt sehr getheilt gewesen sind. Ich habe sie genauer untersucht und finde, dass diese Bildung eine Anhäufung eines an Zellen enorm reichen

Gewebes darstellt, welches zu derjenigen Form des Bindegewebes gehört, welche aus der Anatomie der Säugethiere seit einiger Zeit als areoläres Bindegewebe (adenoides Gewebe His's) bekannt ist und dessen grosse Verbreitung namentlich in den lymphoiden Organen uns neuere Untersuchungen kennen gelehrt haben. In der That bekommt man durch die Auspinselung feiner nach vorheriger Erhärtung des weichen Organs in Spiritus gewonnener Schnitte ganz die bekannten von His und Billroth aus der conglobirten Substanz der Lymphdrüsen gewonnenen Bilder: kleine runde Zellen, welche in den Maschen eines feinen aus sternförmigen Zellen zusammengesetzten Gerüstes hängen. So sehr ich auch darauf achtete, habe ich ein derartiges Gewebe nur an dieser einzigen Stelle in der höchstorganisirten Klasse des Molluskentypus aufgefunden.

II. Nervengewebe.

Wenn ein Capitel der Histiologie der Mollusken bereits eine befriedigende Darstellung erhalten hat, so kann man dies mit dem meisten Recht von der Strukturlehre der Elementartheile des Nervensystems, der Ganglienzellen und Nervenfasern behaupten. Die schönen ausserordentlich sorgfältig nach den neuesten Methoden angestellten Untersuchungen von R. Buchholz[1]) und G. Walter[2]) haben uns die Struktur der Ganglienzellen der Mollusken in wünschenswerther Klarheit und Schärfe dargelegt. Ich habe im frischen Zustande die Centralorgane der Cephalopoden, Heteropoden und einiger Opisthobranchier untersucht, muss aber bekennen, dass ich es nicht soweit in der Beherrschung und Vervollkommnung meiner Isolationsmethoden — die Bewohner des Meeres erfordern eine andere Behandlung wie die des süssen Wassers —, von denen ich am meisten Jodserum, Oxalsäure und die verdünnte Chromsäure benutzte, gebracht habe, um Präparate und Bilder zu erhalten, die sich den von Buchholz von Süsswassergasteropoden gewonnenen hätten

---

1) Reichert und du Bois-Reymond. Archiv für Anatomie und Physiologie 1863.

2) Mikroskopische Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn 1863.

an die Seite stellen können. Ich ziehe es daher vor nur ganz kurz die Hauptresultate meiner Untersuchungen, die fast durchgehend eine Bestätigung der Angaben von Buchholz geben, zusammenzustellen.

Ganglienzellen.

Die Ganglienzellen der Mollusken bestehen ebenso wie bei den Wirbelthieren [1]) aus zahlreichen in den verschiedensten Richtungen verlaufenden äusserst feinen Fibrillen und aus körniger interfibrillärer Substanz. Eine besondere Membran fehlt. Was den runden stets ein oder selten mehrere glänzende Kernkörperchen zeigenden Kern anbetrifft, so kann ich für alle untersuchten Gasteropoden und auch für die Heteropoden die Angabe von Buchholz bestätigen, dass mit zunehmenden Dimensionen der Ganglienzelle auch der Durchmesser des Kerns gleichmässig zunimmt. Für die Centralorgane der Cephalopoden scheint mir jedoch dieses Gesetz nicht durchgehend von Gültigkeit; doch weiss ich nicht anzugeben, durch welche complicirenden Verhältnisse dasselbe Ausnahmen erleidet. Die Nervenfasern, die Fortsätze der Ganglienzelle gehen stets aus der Substanz derselben hervor, in der Art, dass die Fibrillen an den Abgangsstellen der Fortsätze eine bestimmte parallele Richtung annehmen und sich zu mehr oder minder feinen Strängen zusammenlegend von dem Zellenkörper abtreten. Die Anzahl und das Kaliber der von einer Ganglienzelle abgehenden Fortsätze variirt sehr, und ist das Studium derselben ein sehr schwieriges und bedarf der vollkommensten Beherrschung der Methoden. Ebenso wenig wie Buchholz habe ich Verbindungen der abgehenden Nervenfasern mit dem Kern der Ganglienzelle wahrgenommen.

Verästelung der Nervenfasern.

Die Nervenfasern der Mollusken, welche, wie ihr Verhältniss zur Ganglienzelle ergiebt, als den Axencylindern der Wirbelthiere homolog betrachtet werden müssen, zeigen durchweg eine fibrilläre Struktur. Im Parenchym der Organe verlaufend werden sie durch

---

1) Max Schultze, Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum Bonn 1868. p. 5.

Abgabe von Aesten fortwährend feiner. Die Verästelung geschieht entweder einfach dichotomisch, oder es liegt ein Kern und um denselben etwas körnige protoplasmatische oder interfibrilläre Substanz an der Theilungsstelle. Am bekanntesten ist dies Verhältniss an den durchsichtigen Heteropoden geworden, wo es in der That auch ganz ausserordentlich schön und deutlich sichtbar ist. Leydig hat dasselbe in einer kleinen für die mikroskopische Kenntniss der Heteropoden jedoch Epoche machenden Arbeit [1]) zuerst beschrieben und abgebildet, und seine Nachfolger, Gegenbaur und Leuckart haben dasselbe bestätigt. Auch ich vermag seiner Beschreibung nichts Neues hinzuzufügen und verweise nur auf die Fig. 5 gegebene Abbildung einer solchen Nervenverästelung. Bemerkenswerth ist noch, dass nicht blos an den Theilungsstellen, sondern auch inmitten des ungetheilten Verlaufs einer Nervenfaser Anschwellungen derselben vorkommen, welche einen Kern und etwas körnige Substanz enthalten.

Ganz das gleiche Verhalten, wenn auch viel seltener und schwieriger zu beobachten, habe ich auch an den Nerven in der Cutis der Cephalopoden gefunden. Fig. 10 stellt zwei Nervenfasern aus einem in der Haut von Octopus verlaufenden Nervenstämmchen dar. Die stärkeren Fasern wie a sind von einem echten aus platten Bindegewebszellen zusammengesetzten Neurilemma bekleidet, auf dessen Existenz die der Nervenfaser anliegenden ovalen Kerne hinweisen. Die feinern Nervenfasern entbehren einer deutlich ausgebildeten Schwann'schen Scheide. Die Faser b theilt sich fast in rechtem Winkel. An der Theilungsstelle liegt ein kleiner runder Kern. Es ist diese Nerventheilung mit Kernen an der Theilungsstelle in der Haut der Cephalopoden eben nicht ungewöhnlich.

III. Muskelgewebe.

Histiologie der Elementartheile.

Wohl kein Gewebe unseres Typus hat eine ähnlich reiche Literatur aufzuweisen, wie dieses, welches mit ganz besonderer Vorliebe von den Mikroskopikern behandelt zu sein scheint. Die ersten

---

1) Zeitschr. für wiss. Zoologie 1851. III, p. 325.

Angaben finden wir bei Eschricht[1]), welcher seine Untersuchungen an Salpen anstellte. Im Anschluss daran wurden von Reichert[2]) an Gasteropoden und Acephalen, von H. Lebert und Ch. Robin[3]) an Cephalopoden, Acephalen und Gasteropoden, von Gegenbaur[4]) an Pulmonaten und von Leydig an Paludina[5]) und Carinaria[6]) Untersuchungen angestellt. Von diesen Autoren werden die Muskelfasern fast durchgehend als lange Cylinder oder Fasern mit vielen Kernen beschrieben, und herrscht entschieden das Bestreben vor, dieselben mit den Muskelprimitivfasern der Vertebraten zu parallelisiren. Erst H. Müller brach einer anderen Auffassung Bahn. In seiner vortrefflichen kurzen histiologischen Uebersicht über den Bau der Cephalopoden, welche er in dem Bericht über die im Herbst 1852 von den Würzburger Anatomen in Messina angestellten Untersuchungen herausgab, beschreibt er die Muskelfasern derselben als deutliche einfache Faserzellen mit einem Kern[7]). Dieser Auffassung schlossen sich Leuckart[8]) für die Heteropoden und vor allem Kölliker[9]) in seinen in Nizza im Herbst 1856 über die wichtigsten Classen der Mollusken ausgedehnten Untersuchungen an, und ist dieselbe jetzt wohl als allgemein adoptirt zu betrachten, wenn wir auch noch in einzelnen nach H. Müller's kurzer Mittheilung erschienenen Arbeiten den alten Standpunkt festgehalten finden. So werden von Gegenbaur[10]) an Pteropoden und Heteropoden, von Semper[11]) an Pulmonaten, von Pagenstecher[12]) an Trochus, von Margo[13])

---

1) Anatomisk-physiologiske Undersögelser over Salperne. Kopenhagen 1840. Mir unzugänglich. Auszug in Müller's Archiv 1841. p. 42.

2) Müller's Archiv 1842. Jahresbericht für 1841 p. 285.

3) Müller's Archiv 1846. p. 125.

4) Zeitschr. für wiss. Zoologie 1851. III. p. 388.

5) Zeitschr. für wiss. Zoologie 1850. II. p. 191.

6) Zeitschr. für wiss. Zoologie 1851. III, p. 327.

7) Zeitschr. für wiss. Zoologie 1853. IV, p. 345.

8) Zoologische Untersuchungen III. 1854. p. 11 u. p. 45.

9) Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre in den Verhandlungen der Phys. Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg 1858. Bd. VIII, p. 110.

10) Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden 1855. p. 205.

11) Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. VIII.

12) Zeitschr. für wiss. Zoologie 1859. Bd. XII. p. 306.

13) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Math. Naturw. Cl. XXXIX, p. 559. 1860.

an den verschiedensten Molluskenclassen angehörenden Species, von Leuckart an Salpen[1]) und von Leydig an Bullaea, Venus, und Cephalopoden[2]), sowie an Cyclas[3]) die Muskelfasern noch in der alten Weise beschrieben. Doch hat letzterer sich neuerdings[4]) im Wesentlichen ganz an die zuerst von H. Müller ausgesprochene Auffassung angeschlossen, welche in der neuesten Zeit besonders durch Weismann's[5]) ausgezeichnete Untersuchungen vertreten worden und jetzt in der That wohl als allgemein verbreitet zu betrachten ist. Als directer Gegner derselben ist Guido Wagener[6]) aufgetreten.

Aus den Untersuchungen dieser Forscher ergiebt sich das wichtige Resultat, dass innerhalb des Typus, in den einzelnen Molluskenklassen wesentliche Verschiedenheiten und Abweichungen in der Struktur der Muskelfasern nicht vorkommen. Nach den übereinstimmenden Aussagen der neuesten Beobachter stellen dieselben in allen Klassen spindelförmige, oft sehr — bis zu 1—2''' — lange Gebilde dar, welche aus einer eigenthümlich differenzirten Substanz bestehen und einen Kern, einen centralen körnigen Strang sowie eine feine strukturlose Haut auf ihrer Oberfläche besitzen. Auch meine an Salpen, Gasteropoden, Heteropoden, Acephalen und Cephalopoden angestellten Untersuchungen haben im Wesentlichen zu denselben Resultaten geführt. Ich zerzupfte gewöhnlich die frischen Muskeln in Jodserum, Seewasser oder Humor aqueus des Cephalopodenauges und erst wenn ich mittelst dieser die Garantie einer möglichst geringen Structurveränderung bietenden Methode die feineren Strukturverhältnisse übersehen hatte, wandte ich die Isolation durch Kalilauge von 33 % an. Auch ich fand in den einzelnen Molluskenklassen keine wesentlichen Verschiedenheiten, so dass eine Beschreibung für alle Klassen vollkommen ausreicht. Die einzelnen Differenzen können sehr gut beiläufig erwähnt werden.

Die Form der entweder durch Zerzupfen in frischem Zustande

---

1) Müller's Archiv 1854. p. 297, 298, 303.

2) Müller's Archiv 1855. p. 50.

3) Vom Bau des thierischen Körpers, Bd. I.

4) Zoologische Untersuchungen II. p. 15.

5) Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe Bd. XV, 1862. p. 80. Ebendaselbst Bd. XXIII. 1865. p. 35.

6) Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv 1863. p. 211.

oder durch Maceration in Kali isolirten Muskelfasern ist stets dieselbe, spindelförmig, in der Mitte breit, an beiden Enden sehr verschmälert, häufig bis fast zur unmessbaren Feinheit ausgezogen (Fig. 11, 13). Die Länge derselben variirt sehr; es kommen z. B. in der Classe der Heteropoden, wo Leuckart dieselben zuerst beschrieben hat, und auch in der Muskelmasse des Mantels der Cephalopoden an ihren Enden äusserst fein ausgezogene Muskelfasern vor, deren Länge bis zu 2''' Par. und noch mehr beträgt. Die kürzesten fand ich bei Chiton, wo dieselben ziemlich breit und ihre Spitzen ziemlich stumpf sind (Fig. 15). Besonders schmal sind sie bei den Salpen, wo, ganz ähnlich wie Weismann[1]) es von den Bryozoen beschreibt, die Spitze nicht durch allmälige Verschmälerung aus der mittleren Partie sondern ziemlich scharf abgesetzt aus derselben hervorgeht.

Den bei Weitem grössten Theil, ja fast die ganze Muskelfaser bildet die eigentliche Muskelsubstanz. Bei der Untersuchung im frischen Zustande zeigt dieselbe eine gelblich weisse Farbe und einen eigenthümlich matten Glanz. Bei Untersuchung mit Systemen, welche Hartnack's Linse VII entsprechen, erscheint sie noch rein homogen und zeigt nur selten Andeutungen einer feinen Längsstreifung. Bei Anwendung stärkerer Objective, z. B. Hartnack IX — einige Male habe ich auch Hartnack XV à l'immersion angewandt — sieht man sehr schön an Heteropoden und Cephalopoden, wie diese feinen Längsstreifen aus sehr feinen regelmässig in geraden Reihen angeordneten Körnchen bestehen, sowie ich es Fig 12 gezeichnet habe. Meist sind diese Körnchen sehr fein und stehen sehr dicht hinter einander, sodass bei Anwendung nicht sehr starker Objective nur die fibrilläre Längsstreifung, höchstens noch eine feine Punktirung der Längsfibrillen zur Anschauung kommt. Häufig aber — oft sogar in derselben Muskelfaser — kommen Stellen vor, wo die Körnchen etwas grösser werden und nicht mehr unmittelbar hinter einander gereiht erscheinen, sodass jede Längsfibrille nicht mehr durch unmittelbar oder doch äusserst dicht hinter einander liegende, sondern durch wirkliche wenn auch nur kleine Zwischenräume getrennte Körnchen gebildet wird. In diesem Falle können nun zwei Verhältnisse vorliegen. Entweder werden in den einzelnen neben

---

1) Ztschr. für rationelle Medicin. Dritte Reihe Bd. XXIII, 1865. p. 35.

einander liegenden Fibrillen diese etwas grösseren Körnchen sich unregelmässig zu denen der benachbarten Fibrillen verhalten, oder es wird ein regelmässiges Verhältniss stattfinden, in der Art, dass in den einzelnen Fibrillen die Körnchen und die Zwischenräume zwischen denselben sich entsprechen und genau neben einander liegen, so dass ausser der fibrillären Längszeichnung auch noch eine auf derselben senkrecht stehende zu Stande kommen wird. Wenn in den meisten Fällen diese Verhältnisse auch ausserordentlich fein und nur bei Anwendung der stärksten Objective sichtbar sind, so erreichen doch auch in einzelnen Fällen die Körnchen und die dieselben trennenden Zwischenräume eine bedeutendere Grösse, sodass schon bei Betrachtung mit Objectiven wie Hartnack's VII eine ziemlich ausgesprochene Querstreifung sichtbar wird. Der Unterschied zwischen gewöhnlichen und quergestreiften Muskelfasern ist daher bei den Mollusken durchaus kein spezifischer sondern nur quantitativer Art und lassen sich in der That alle Uebergänge zwischen gröber granulirten und mitunter eine ziemlich deutliche Querstreifung zeigenden und bei ziemlich starken Objectiven noch fast homogen erscheinenden Muskelfasern nachweisen. Von dem Vorkommen der Querstreifung an den Muskeln der Mollusken existiren in der Literatur eine nicht unbeträchtliche Menge von Angaben, welche dazu dienen, diese Erscheinung als eine keineswegs seltene hinzustellen. Unter den Molluscoiden fand Eschricht dieselbe sehr ausgeprägt an Salpen, wo Leuckart dieselbe bestätigte, und bei den Bryozoen wurde dieselbe von Milne Edwards und Leydig aufgefunden, wo jedoch Weismann dieselbe nicht bestätigen konnte. Unter den echten Mollusken sind bei den Acephalen von H. Lebert und Ch. Robin im Fusse von Pecten, von Margo im Schliessmuskel von Anodonta, bei den Gasteropoden von Gegenbaur im Retractor oculi der Pulmonaten, von Leydig bei Paludina, von Reichert und später von Pagenstecher im Schlundkopf von Turbo und Trochus quergestreifte Muskelfasern beschieben worden. Bei den Cephalopoden haben endlich Leydig in der Schlundkopfmuskulatur und H. Müller im Herzen und der Aorta, am ausgeprägtesten aber in den Kiemenherzen Querstreifung beschrieben. Ich habe namentlich an Heteropoden und Cephalopoden die Reihe der Uebergänge am vollständigsten nachweisen können. Entnahm man ein Präparat dem Mantel der Cephalopoden oder der Flosse der Heteropoden, so waren in vielen Muskelfasern die

die Fibrillen constituirenden Körnchen von einer so enormen Feinheit, dass dieselben auch bei Anwendung der stärksten Objective höchstens nur als fein punktirt erschienen. Verfolgte man eine solche Muskelfaser in ihrer ganzen Länge, so sah man häufig an einzelnen Stellen die Körnchen grösser und die körnige Zusammensetzung der Fibrillen deutlicher werden. In vielen andern Muskelfasern desselben Präparats war dieselbe durchweg deutlich. Die einzelnen Fibrillen lagen dann entweder noch unregelmässig neben einander, oder es kam auf die oben schon erwähnte Weise, durch das Nebeneinanderliegen der Körnchen der einzelnen Fibrillen, eine quere auf der fibrillären Längsstreifung senkrecht stehenden Querstreifung zu Stande. Derartige Muskelfasern liessen sich bei einer Vergrösserung von Hartnack IX in fast jedem den oben genannten Theilen entnommenen Präparat nachweisen. Bei der Untersuchung der von H. Müller angegebenen Theile, des Herzens und der Aorta, besonders aber der Kiemenherzen zeigten sich diese Verhältnisse am besten. Doch kamen in allen diesen Theilen neben einer mitunter recht deutlich ausgesprochenen Querstreifung auch sehr viele Muskelfasern vor, welche zwar eine sehr grobgranulirte contractile Substanz aber keine oder nur eine sehr schwache Andeutung von quergestreifter Anordnung zeigten. Ja ich möchte fast behaupten, dass die letztere Form in den Kiemenherzen von Octopus die häufigere war. (Fig. 13.) Am deutlichsten, viel vollkommener wie je in den Kiemenherzen habe ich die Querstreifung im Schlundkopf von Neritina fluviatilis ausgesprochen gesehen. Es kommen an dieser Stelle zwei verschiedene Formen von Muskelfasern vor, lange schmale Fasern mit deutlicher Längsstreifung und dicke, sehr brüchige Fasern, welche mit den Muskelprimitivbündeln der Wirbelthiere hohe Aehnlichkeit zeigen. Zwischen beiden Formen finden sich übrigens Uebergänge. Diese letztere Form (Fig. 17) eben ist es, welche das Phänomen der Querstreifung im höchsten Grade zeigt, sowohl im frischen Zustande in Wasser, wie auch in noch höherem Grade nachdem die frische Faser eine Minute mit kalt concentrirter Oxalsäure behandelt wurde. Man glaubt in der That quergestreifte Muskulatur eines Wirbelthieres vor sich zu haben!

Die genauesten Angaben über die Struktur der contractilen eigentlichen Muskelsubstanz haben Guido Wagener und Margo geliefert. Namentlich verdienen die Angaben des letzteren Forschers, obwohl derselbe durch die Schuld seiner Methoden über die Histio-

logie und Entwickelungsgeschichte der Muskelfasern zu gänzlich isolirt dastehenden, ja von G. Wagener als direkt falsch nachgewiesenen Resultaten gelangt ist, über diesen Punkt wenigstens alle Beachtung. Er hat mit sehr starken Objectiven gearbeitet und an den Schliessmuskeln von Anodonta sehr wohl den durchgängigen Aufbau der einzelnen die Muskelfasern zusammensetzenden Fibrillen aus diesen Körnchen, so wie die in ein und derselben Muskelfaser auftretenden durch das grössere oder geringere Volum der Körnchen und der Zwischenräume bedingten Verschiedenheiten und die im ersten Falle so leicht entstehende Querstreifung gesehen. Die Uebergänge zwischen den grösseren und kleineren Körnchen sind ihm zwar entgangen. Doch steht er nicht an, diese beiden Formen als im Wesentlichen identisch zu bezeichnen. Was aber seiner Arbeit einen ganz besonderen Werth verleiht, ist der Umstand, dass er die classischen Untersuchungen, welche Brücke mit Hülfe des polarisirten Lichts über die Struktur der quergestreiften Muskeln anstellte, auch an den Muskelfasern der Mollusken nachgemacht hat. Er fand dass an den quergestreiften Stellen die grösseren die Querstreifung bedingenden Körnchen das Licht doppelt brechen, während die homogene Grundsubstanz stets isotrop ist. Brachte er ein Selenitplättchen unter das Objekt, so erschienen die anisotropen Körnchen bei gekreuzten Nicol's blau, während die Zwischensubstanz die durch das Selenitplättchen erzeugte purpurrothe Farbe des Sehfeldes zeigte. Margo steht daher nicht an, diese Körnchen direkt als sarcous elements zu bezeichnen. Wie sich die feineren Körnchen an denjenigen Stellen, wo noch keine gröbere Granulirung und Querstreifung vorhanden ist, verhalten, theilt er leider nicht mit; er scheint überhaupt nur die ausgeprägt quergestreiften Stellen mittelst polarisirten Lichts untersucht zu haben.

Nach Guido Wagener's Untersuchungen erscheint die Muskelsubstanz deutlich und regelmässig fein längsstreifig, aus einzelnen in der Längsrichtung der Muskelfaser parallelen Fibrillen zusammengesetzt. »Häufig macht sich ein regelmässig geflecktes Ansehen der Fibrillen bemerklich, gleichwie dunkle und hellere Punkte, die immer den Verlauf der Faser innehalten und die Fibrille wie quergestreift erscheinen lassen. Sehr starke Vergrösserungen lassen die hellen und dunkeln Flecke wie Veränderungen und Verdickungen der Faser erscheinen,« — eine Beschreibung, welche ich durchaus als dem Sachverhalte entsprechend bestätigen kann. Nach ge-

linder Maceration fand er die Gasteropoden-Muskelfasern in eine Menge von diesen sehr feinen Fibrillen auseinandergefallen, und auch ohne vorhergegangene Maceration konnte er an Bruchenden frischer Fasern viele frei heraussteheude Fibrillen wahrnehmen, Verhältnisse, welche ich ebenfalls, letzteres am schönsten bei Chiton, wo ich es auch gezeichnet habe, beobachten konnte. (Fig. 15.) Noch schöner wie an den Bruchenden frischer Fasern übersieht man diese Verhältnisse an Muskeln welche längere Zeit mit Kali bichromicum 1—2 % behandelt worden sind. Fig. 14 stellt ein Präparat aus dem Hautmuskelschlauch von Arion ater dar, an welchem nicht nur an der einen Bruchfläche, sondern auch längs der einen Seite die Ausfaserung ganz deutlich ist. Das Präparat Fig. 16 ist aus dem Fussmuskel von Neritina fluviatilis gewonnen. Die hier sehr schmalen Muskelfasern zeigen im Innern und namentlich an den Bruchflächen die Zusammensetzung aus feinen varikösen Fibrillen ganz deutlich. — Ich will jedoch noch bemerken, dass es mir nicht ganz klar geworden ist, ob die einzelnen glänzenden Varicositäten der Fibrillen, welche ich oben als Körnchen bezeichnet habe, wirkliche Anschwellungen und verdickte Stellen darstellen, oder ob dieselben nur der Ausdruck eines anderen Lichbrechungsverhältnisses sind. Die endgültige Entscheidung dieser Frage liegt zur Zeit noch jenseits der Leistungsfähigkeit unserer Instrumente. Doch scheint mir Manches für die Richtigkeit der letzteren Ansicht zu sprechen.

Im Innern und in der Mitte eben dieser so eigenthümlich fibrillär differenzirten Muskelsubstanz findet sich in allen Molluskenklassen ausnahmslos ein Kern von einer nicht sehr bedeutenden Menge körniger Masse umgeben. Bei einigen sehr langen Muskelfasern, wie z. B. bei denen der Heteropoden und im Mantel der Cephalopoden habe ich ganz sicher das Vorhandensein von zwei centralen Kernen nachgewiesen, welche weit von einander in der Mitte der Muskelfaser liegen und von denen jeder von körniger Substanz umgeben ist. Die beiden Kerne stehen dann stets durch einen schmalen Strang dieser körnigen Substanz in Verbindung. Im Mantel der Cephalopoden ist, wie man sich sehr leicht durch Isolirung mittelst Kalilauge überzeugen kann, die überwiegende Mehrzahl der Muskelfasern einkernig. Nur die sehr langen Muskelfasern besitzen zwei Kerne, unterscheiden sich aber sonst in Nichts von den einkernigen. So schickt auch bei allen einkernigen Muskelfasern die kleine Menge der körnigen Substanz, welche grosse Aehnlichkeit mit

echtem Protoplasma zeigt, und welche wir wohl auch als solches aufzufassen haben, vom Kern aus einen sehr feinen und zarten körnigen Streifen in der Längsaxe der Muskelfaser, inmitten der Muskelsubstanz, der sich ziemlich weit, wenigstens stets bis zum Beginn der spindelförmigen Verschmälerung verfolgen lässt. Sehr häufig besteht derselbe, der in den Muskelfasern aller Molluskenklassen nachgewiesen wurde, nur aus einer feinen, einfachen Körnerreihe. Nur in der unmittelbaren Umgebung des Kerns zeigt sich eine etwas bedeutendere Anhäufung. Wir sehen hierin wohl am besten den spärlichen Rest des zu Muskelsubstanz differenzirten Zellprotoplasma, da wir aus den entwickelungsgeschichtlichen Arbeiten Gegenbaur's an Limax und Leydig's an Paludina die Zusammensetzung der embryonalen Muskeln aus Spindelzellen kennen.

Dieser körnige Centralstreifen ist zuerst von Lebert und Robin gesehen worden. Erst später haben Leydig bei Paludina und Kölliker demselben ihre Aufmerksamkeit zugewandt. Vermuthlich wandten dieselben jedoch bei ihren Untersuchungen viel schwächere Objective an, als wie jetzt allgemein üblich, und es gelang ihnen nur an einigen wenigen besonders begünstigten Objecten, wozu vor allem die Schlundkopfmuskulatur der meisten Gasteropoden zu zählen ist, neben diesem körnigen Axenstrange auch noch die in allen Muskelfasern der Mollusken stets vorhandenen fein fibrillär angeordneten Körner wahrzunehmen, deren Grösse, wie wir oben erörtert haben, sehr verschieden ist und allerdings verschwindend klein sein kann. Beide Forscher und auch H. Müller waren der Ansicht, dass in den meisten gewöhnlichen Muskelfasern der Mollusken die eigentliche neben und um den körnigen Centralstreifen gelagerte contractile Substanz rein homogen sei wie die contractile Substanz der glatten Muskelfasern der Wirbelthiere. An besonders günstigen Objecten, wo die fibrillär angeordneten Körner der bereits differenzirten contractilen Substanz auch schon ohne Anwendung der stärksten Objective sichtbar waren, wurden dieselben auf die Existenz des Centralstreifen zurückgeführt und mit den dieselben zusammensetzenden Körnchen identificirt. »Bei den Mollusken, sagt Kölliker[1]), treten in den Faserzellen gern ähnliche Körnchen auf, wie sie in den quergestreiften Muskeln sich finden. Liegen

1) Untersuchungen zur vergl. Gewebelehre p. 111.

diese Körnchen in der Mitte der Faserzellen, so scheinen dieselben aus einer besondern Mark- und Rindensubstanz zu bestehen; finden sich dagegen dieselben mehr gleichmässig durch die ganze Breite der Faser vertheilt, so entstehen Bilder, die denen der quergestreiften Muskelfasern sehr ähnlich sind. Die schönsten Muskelnfasern dieser Art sah ich im Schlundkopfe von Aplysia. Hier war der breitere Theil derselben durch zahlreiche blasse und feine interstitielle Körnchen fast so zierlich längsstreifig, wie bei einem Wirbelthier und zugleich erzeugte die regelmässige Anordnung der Körnchen auch Andeutungen von Querstreifen. Vergleicht man übrigens die von Kölliker gegebene Abbildung (Taf. III, Fig. 34), so sieht man ganz deutlich, wie sich der körnige Centralstreifen scharf von der ebenfalls aber feiner körnigen eigentlichen Muskelsubstanz absetzt, obwohl Kölliker zwischen beiden keinen Unterschied statuirt. Ich habe selbst die Muskeln von Aplysia im frischen Zustande untersucht und in denselben eine sehr deutliche körnige fibrilläre Struktur, jedoch von Querstreifung nur schwache Spuren gesehen. Der ziemlich starke körnige Axenstrang erschien auch hier gegen die eigentliche Muskelsubstanz scharf abgesetzt. Ebenso scheinen auch Leydig und H. Müller die an besonders geeigneten Objecten schon bei schwächerer Vergrösserung auftretende körnige mitunter bis zur Querstreifung führende Struktur nur auf die Körner des verdickten den grössten Theil der Muskelfaser einnehmenden Axenstranges, nie aber auf die homogen geglaubte eigentliche Muskelsubstanz zurückzuführen. In der That scheint der körnige Axenstrang zu der mehr oder weniger deutlich ausgesprochenen körnigen Struktur der Muskelsubstanz in einem bestimmten Verhältniss zu stehen. An denjenigen Muskelfasern, denen von den Autoren eine mehr körnige Struktur zugeschrieben wird, z. B. in den Schlundkopfmuskeln von Gasteropoden und den namentlich von H. Müller untersuchten unwillkürlich beweglichen Muskeln der Cephalopoden fand ich neben einer höchst deutlichen in den Kiemenherzen von Octopus zu einer ziemlich ausgeprägten Querstreifung führenden Granulirung der Muskelsubstanz stets die körnigen Centralstreifen sehr mächtig entwickelt. Mitunter erschien sogar der ganze Inhalt der Muskelfaser gleichmässig körnig und nur erst bei genauerer Untersuchung liess sich die Gränze zwischen Centralstreifen und Muskelsubstanz feststellen. Leider habe ich die von Reichert und Pagenstecher beschriebenen Schlundkopfmuskeln von Turbo,

welche nach der Abbildung Pagenstecher's zu urtheilen, diese Erscheinung noch exquisiter zeigen müssen, wie die Kiemenherzen, nicht untersucht. Es wäre interessant zu erfahren, ob auch hier der körnige Centralstreifen so mächtig entwickelt ist, wie ich denselben sonst in den granulirten Muskelfasern gefunden habe Im Schlundkopf von Neritina, wo ich das Phänomen der Querstreifung am deutlichsten zu beobachten Gelegenheit hatte, zeigte sich der Centralstreifen ziemlich stark entwickelt. Im Gegensatz zu diesen ist derselbe in den gewöhnlichen Muskelfasern, welche auch bei starker Vergrösserung kaum körnige Fibrillen zeigen, sehr schmal und fast verschwindend.

Verhältniss des Muskelgewebes der Mollusken zu dem der Wirbelthiere.

Wir haben also an allen Muskelfasern der Mollusken eine eigenthümlich differenzirte contractile Substanz und in deren Innern einen ovalen körnigen Kern mit einem von dem ihn umgebenden Protoplasmarest ausgehenden körnigen in der Axe der Molluskenfaser gelegenen Centralstreifen nachgewiesen. Es fragt sich nun, wie dieses Ensemble histiologisch zu deuten sei. Es stehen sich hier zwei Ansichten schroff gegenüber. Die eine, als deren Hauptvertreter Guido Wagener zu betrachten ist, deutet die Muskelfaser der Mollusken als ein der Muskelprimitivfaser des Menschen und der Säugethiere gleichwerthiges Gebilde und schreibt derselben eine bindegewebige Membran, ein echtes aus mehreren platten kernhaltigen Zellen zusammengesetztes Sarcolemma zu. Wagener stützt seine Ansicht namentlich auf die Identiät des contractilen Inhalts beider, der wie bei den Mollusken aus Fibrillen zusammengesetzt ist und häufig auch noch die Erscheinung der Querstreifung zeigt. Die andere Ansicht, um deren Ausbildung und Begründung Weismann sich das grösste Verdienst erworben hat, betrachtet die Muskelfaser der Mollusken als identisch mit den glatten Muskelzellen der Vertebraten, den Kern als Zellkern, das ihn umgebende Protoplasma als Rest der Bildungszelle und lässt die ganze Muskelfaser von einem feinen strukturlosen Häutchen, einer Zellmembran umgeben sein. Der Kern dieses histiologischen Problems, mit dem ich mich sehr eingehend beschäftigt habe, liegt in der Entscheidung der Frage, ob die Muskelfasern eine Membran, eine strukturlose, dieselben eng umschliessende Haut besitzen, oder nicht. Ich

muss diese Frage verneinen. Wählt man als Untersuchungsobject Stellen, wo wenig, ja überhaupt kein Bindegewebe zwischen den Muskelfasern sich befindet, wie die Flosse der Heteropoden, den Mantel der Cephalopoden, die Schliessmuskel der Bivalven und zerzupft entweder ein Stückchen frischer Muskelsubstanz mit feinen Nadeln oder wendet vorher die Isolation durch die Moleschott'sche Kalilauge an, so wird Zusatz von Essigsäure oder Oxalsäure oder irgend eines anderen Reagens nie das Abheben einer besonderen zarten strukturlosen Haut zu Wege bringen. Man sieht an derartigen Präparaten nichts wie das ganze Gesichtsfeld voller langer spindelförmiger allerdings sehr scharf contourirter Muskelfasern, welche in ihrer Mitte einen, höchstens — was nur bei sehr langen Individuen der Fall ist — zwei durch eine längere Protoplasmabrücke verbundene Kerne nebst körnigem Centralstreifen zeigen. Ebenso wenig, wie eine strukturlose Haut sich isolirt, kommen bei Essigsäure-Zusatz ausser dem einen in einigen Fällen doppelten im Centrum der Muskelfaser gelegenen Kern etwa auf oder an der Muskelfaser noch andere Kerne zum Vorschein, wie Guido Wagener sie beschreibt und als Beweise für das von ihm an den Muskelfasern der Mollusken in Anspruch genommene Sarcolemma anführt.

Der scharfe einfache Contour, den die Muskelfasern unter dem Mikroskop stets zeigen, kann mir keineswegs als Beweis einer Membran gelten. Vielmehr ist das Vorhandensein einer solchen aus allgemein histiologischen Gründen sehr unwahrscheinlich. Ebenso wenig wie wir der Ganglienzelle, deren Contour doch gewiss stets haarscharf gezeichnet ist, wie wir der gleichfalls stets scharf contourirten organischen Muskelfaser eine Membran zuschreiben, dürfen wir es auch der Muskelfaser der Mollusken. Es liegt für uns eine unerklärliche, unübersteigliche Schwierigkeit darin, anzunehmen, dass eine embryonale nur aus Protoplasma und Kern bestehende membranlose Zelle zuerst ihre peripherische Protoplasmaschicht in eine elastische leimgebende Membran umsetzt, dann aber plötzlich ihrer Thätigkeit eine andere Richtung giebt und den Rest ihres Protoplasma in die fibrilläre Substanz der Ganglienzelle oder in die contractile Substanz der organischen Muskelfaser — beides Eiweisssubstanzen! — umwandelt. Wir müssen doch sicher Bedenken tragen einer Zelle eine solche Umkehr ihrer Thätigkeit zuzumuthen und in den einfachsten elementaren Organismus einen so complicirten spontanen Wechsel der chemischen Thätigkeit zu verlegen. Eine

Zelle, welche einmal eine Umsetzung des Protoplasma in bestimmter Richtung hin, sei es in leimgebende Intercellularsubstanz, wie die Bindegewebszelle, sei es in fibrilläre eiweissartige Substanz, wie die Ganglienzelle, eingeleitet hat, modificirt ihre Thätigkeit nicht auf halbem Wege, und wir haben allen Grund, die Thatsachen mit der äussersten Skepsis zu prüfen, ehe wir uns zu einer derartigen Annahme bequemen. Und ganz dieser Fall liegt hier vor. Die Muskelfasern der Mollusken zeigen wohl einen sehr scharfen Contour, besonders nach Essigsäurezusatz. Nie führt jedoch das Abheben eines strukturlosen Häutchens den zwingenden Beweis des Vorhandenseins einer Membran und ich erachte die demselben gegenüberstehenden Schwierigkeiten für so gross, dass ich geneigt bin aus dem Nichtdemonstrirtwerden einer Membran auf das Nichtvorhandensein einer solchen zu schliessen.

Ausser den oben geäusserten theoretischen Bedenken habe ich jedoch auch noch eine Thatsache gegen das Vorhandensein einer solchen anzuführen. Macerirt man ein Stück des Hautmuskelschlauches von Arion ater längere Zeit im Kali bichromicum von 1—2 $^0/_0$ und zerzupft dann das Präparat mit feinen Nadeln, so zeigen die Längsseiten einer derartig behandelten Muskelfaser (Fig. 14) fast regelmässig eine eigenthümlich zarte Unebenheit und Ausfaserung, welche, wie man mitunter deutlich sieht, darauf zurückzuführen ist dass die längs der Peripherie der Muskelfasern verlaufenden feinen Fibrillen wahrscheinlich durch die Einwirkung des Reagens in grosser Anzahl zerrissen sind und die dadurch entstandenen freien Enden derselben sich etwas nach aussen gekehrt haben, wodurch an die Stelle des im frischen Zustande glatten und scharfen Contours die eigenthümliche feine Ausfaserung getreten ist.

Ein ganz anderes Bild wie die oben erwähnten Untersuchungsobjecte, welche uns die reinen Muskelfasern und höchstens nur Spuren eines intersitiellen Bindegewebes zeigten, gewähren uns solche Muskeln, welche zwischen den Muskelfasern eine reiche Bindegewebsentwickelung besitzen. Als Beispiel wähle ich die von mir am gründlichsten studirten Muskeln des Schlundkopfes und des Fusses von Neritina fluviatilis. Die hier erhaltenen Bilder entsprechen ganz der Beschreibung von Guido Wagener (Fig. 16. 17). Ausser dem einen stets vorhandenen centralen Kern der Muskelfaser, sieht man häufig derselben noch mehrere Kerne ansitzen; bei Zusatz von Essigsäure zu feinzerzupften Präparaten sieht man namentlich an

den Bruchstellen der Fasern häufig ein feines Häutchen sich von der fibrillären Muskelsubstanz abheben: Alles Zeichen, dass das in diesen Muskeln reich entwickelte Bindegewebe gegen die eingelagerten fibrillär strukturirten Muskelfasern sich durch endothelartig ausgebildete Zellen abgränzt und so um jede Muskelfaser ein mehr oder weniger vollständiges Sarcolemma herstellt. An Objecten, wo das interstitielle Bindegewebe fast ganz fehlt, kann es natürlich auch nicht zur Ausbildung derartiger endothelialer Gränzsäume gegen die eingelagerten animalen Gewebe kommen und schon Wagener selbst hat die Bemerkung gemacht, dass »in dem sehr wenig Bindesubstanz enthaltenden Schliessmuskel der Bivalven es nicht möglich ist, das Sarcolemma in der Weise darzustellen, wie man es bei den Gasteropoden gewohnt ist.«

Besondere Beachtung verdient der Umstand, dass neben den einfachen spindelförmigen Muskelfasern auch verästelte vorkommen. Weder unter den Muskeln der Chromatophoren bei den Cephalopoden, wo H. Müller, noch in der Muskulatur der Heteropoden und Opisthobranchier, wo Leydig und Greeff[1]) dieselben angegeben haben, habe ich sie jemals gesehen. Dagegen habe ich gefunden, dass der Hautmuskelschlauch von Arion ater durchgehend aus einem Netz reich verästelten Muskelfasern besteht, in welchem einfache spindelförmige Muskelfasern zu den grössten Seltenheiten gehören. Das Bindegewebe ist um dieses Muskelfasernetz sehr reich entwickelt; jede Muskelfaser besitzt ein mehr oder minder vollständiges Sarcolemma und zeigt frisch untersucht bei Essigsäurezusatz an- und aufsitzende deutliche Kerne. An den Stellen, wo eine Muskelfaser sich gabelförmig theilt, theilt sich gewöhnlich auch der protoplasmatische Centralstreif. Sonst existiren zwischen den verästelten und den einfachen Muskelfasern keinerlei Unterschiede.

Die Entscheidung der Frage, ob die Muskelfasern der Mollusken den quergestreiften oder den glatten Muskelfasern der Wirbelthiere homolog zu betrachten sind, kann meiner Meinung nach nicht anders als zu Gunsten der ersteren zuerst von Guido Wagener begründeten Ansicht entschieden werden, allerdings mit dem Vorbehalt, dass das Muskelgewebe, die Art und Weise, in welcher sich dasselbe aus Zellen zusammensetzt, innerhalb des Molluskenty-

---

1) Archiv für mikroskop. Anatomie I. p. 438.

pus eine viel einfachere bleibt, indem in fast allen Fällen eine Muskelfaser einer einzigen Zelle entspricht und es nie zu der complicirten im Typus der Wirbelthiere vorhandenen Bildung der Primitivbündel kommt. Die Identität der contractilen Substanz der Mollusken mit der der Wirbelthiere hat schon Guido Wagener nachgewiesen, und eben diese Identät der contractilen Substanz muss für uns das Bestimmende sein. Weismann wendet sich gegen diese Vermengung zweier Gesichtspunkte. »Man kann die Muskeln einmal untersuchen als ein Gewebe. In diesem Falle ist es die Aufgabe, ihre genetische Beziehung zur Zelle festzustellen. Weiter aber kann man die contractile Substanz als solche betrachten, ganz abgesehen davon, zu welcher Art histiologischer Elemente dieselbe beiträgt.« Das ist entschieden richtig. Weismann vergisst aber, dass, wenn es sich nicht um den Nachweis einer histiologischen Parallele, sondern um die Entscheidung einer vergleichend anatomischen Frage, ob die Muskelfasern der Mollusken den glatten oder den quergestreiften Muskelfasern der Wirbelthiere homolog sind, handelt, weder der eine noch der andere Gesichtspunkt allein, sondern nur beide zusammen maassgebend sein können. Beide Gesichtspunkte sollen nicht vermengt und mit einander verwechselt sondern neben einander geltend gemacht werden. Weismann vertritt allein den ersten von ihm unterschiedenen Gesichtspunkt und hat von diesem aus ganz Recht, wenn er die Muskelfaser der Mollusken der glatten Muskelfaser der Säugethiere als histiologisch gleichwerthig betrachtet. Aber darum brauchen sie noch nicht homolog zu sein; mit dem Nachweis der histiologischen Gleichwerthigkeit ist die Frage der Homologie noch nicht entschieden. In beiden Typen ist die Structur der contractilen Substanz eine identische. Weil dieselbe jedoch in dem einen Typus gewöhnlich aus der Metamorphose einer einzigen Zelle hervorgeht, in dem andern gewöhnlich unter dem Bilde einer histiologischen Einheit höherer Ordnung, als Primitivbündel auftritt, darf, wenn die histiologische Parallele das einzig bestimmende sein soll, dieselbe in beiden Typen nicht als homolog angesehen werden, d. h. sie ist dann nicht das gemeinsame von der gemeinsamen Stammform beiden Typen mitgetheilte Erbtheil, sondern das Produkt einer in beiden Typen gesonderten Entwickelung. Zu welchem positiven Resultate aber führt weiter noch die einseitige Ausbildung dieses Standpunktes, welcher einzig und allein das Verhältniss des Gewebes zur Zelle berücksichtigt? Zur Homologisirung mit dem Ge-

webe der glatten Muskelfasern. Nicht nur dass die Struktur der contractilen Substanz in diesen eine ganz fundamental verschiedene ist; auch die in der organischen Muskulatur der Wirbelthiere nie vorkommenden langen mehrkernigen Muskelfasern der Heteropoden, die ebenfalls aus der Histiologie der Vertebraten unerhörte netzförmige Verästelung der Hautmuskulatur von Arion verhindern dann nicht das Muskelgewebe der Mollusken mit diesem unveränderlichsten und conservativsten aller Gewebe zu homologisiren.

Die Homologie der contractilen Substanz ist eine zu wichtige als dass wir in derselben nicht ein beiden Typen von gemeinsamer Stammform überkommenes Erbtheil erblicken müssten. Allerdings ist dies Gewebe innerhalb des ganzen Molluskentypus auf einer viel tieferen Stufe der histiologischen Entwickelung stehen geblieben als die ist, welche dasselbe innerhalb der Wirbelthierreihe erreicht. Mit wenigen Ausnahmen entspricht die Muskelfaser der Mollusken einer einzigen Zelle und Weismann tadelt mit Recht, wenn Guido Wagener den histiologischen Charakter dieser Elemente vernachlässigend dieselben Primitivbündel nennt, eine Bezeichnung, welche nur zu sehr geeignet ist, die Begriffsverwirrung und die von Weismann gerügte Vermengung zweier Gesichtspunkte noch zu vermehren. Die Muskelfasern der Mollusken sind eben keine Primitivbündel sondern zum grossen Theil einfache, einkernige sehr verlängerte Zellen, deren Protoplasma bis auf einen kleinen Rest in dieselbe fibrilläre Substanz umgewandelt ist, welche auch die bei den Wirbelthieren vorkommende höhere histiologische Einheit, das Primitivbündel zeigt. In den bindegewebsreichen Muskeln der Mollusken hat die auch im Typus der Mollusken vorhandene Neigung des Bindegewebes endotheliale Gränzsäume gegen die animalen Gewebe herauszubilden, zur Bildung einer mehr oder minder vollständigen bindegewebigen Scheide um die einzelnen Muskelfasern, wie bei den Wirbelthieren des Sarcolemma um die Primitivbündel geführt. Mit Ausnahme der zweikernigen Muskelfasern und der subcutanen Muskelnetze verharren jedoch die Muskelfasern der Mollusken auf dieser niedern Stufe der histiologischen Ausbildung, während innerhalb des Typus der Wirbelthiere aus der ursprünglich ebenfalls einfachen embryonalen Muskelzelle nicht durch Verlängerung und Auswachsen derselben, sondern durch fortgesetzte Theilung erst die lange Muskelfaser, das Primitivbündel hervorgeht.

Pigmentirung der Schlundkopfmuskulatur der Gasteropoden.

Es ist eine schon seit langer Zeit bekannte Thatsache, dass die Schlundkopfmuskulatur fast aller Gasteropoden eine deutliche meist hell blutrothe Färbung zeigt. Ich habe an einer Reihe Opisthobranchier (Aeolis, Doris, Pleurobranchus, Aplysia) sowie Prosobranchier (Patella, Chiton) als Ursache dieser Pigmentirung einzelne glänzende hell grünliche Pigmentkörner nachweisen können, welche theils zwischen den einzelnen Muskelfasern, theils im Innern derselben um den Kern herum angehäuft waren. Einen Fingerzeig für die Entstehung dieser Pigmentirung möchte vielleicht eine Beobachtung geben, welche ich an 8—10 kleinen Exemplaren von Chiton squamosus zu machen Gelegenheit hatte. Bei allen zeigte die bei Betrachtung mit blossem Auge röthliche Schlundkopfmuskulatur bei schwacher Vergrösserung (Fig. 18) den einzelnen Muskelbündeln aufsitzende zahlreiche glänzende gelblich grüne Kugeln. Bei stärkerer Vergrösserung (Fig. 19) erwiesen sich dieselben als vollkommen sphärische aus 4—6 Zellen zusammengesetzte transparente Gebilde von einer homogenen Färbung, welche ich am besten mit der der rothen Froschblutkörperchen vergleiche. Die einzelnen Zellen zeigten einen, mitunter auch zwei Kerne. Die diffus gefärbte Zellsubstanz war ausserordentlich feinkörnig. In einzelnen Zellen der sphärischen Gebilde (b) sieht man jedoch den Zellinhalt sich in glänzende hellgrüne Körner umwandeln, und vermuthe ich, dass dieselben endlich durch Dehiscenz der Zelle frei werden und zwischen den einzelnen Muskelfasern als freie Pigmentkörnchen persistiren.

Endigung der motorischen Nerven.

Meine dieser Frage zugewandten Untersuchungen haben nur zu sehr spärlichen Resultaten geführt. Nur ein einziges Mal fand ich bei der Untersuchung der Schlundkopfmuskeln einer nicht näher bestimmten zur Sippe der Dorididae gehörenden Art, dass ungefähr der Mitte der einzelnen Muskelfasern konische Anschwellungen aufsassen, welche in eine äusserst feine Faser ausliefen. Ein Paar derartige Präparate (Fig. 20) wurden durch Zerzupfung in Jodserum gewonnen. Ich bin geneigt, die konische Anschwellung an der Ansatzstelle der feinen Faser als das Homologon des Doyere'schen

Nervenhügels zu deuten, ganz wie Quatrefages[1]) es von Eolidina paradoxa beschrieben hat. Greeff[2]) hat diese Angabe an verschiedenen der Eolidina nahestehenden Arten nicht bestätigen können und glaubt dieselbe auf einen durch die Theilung und Verästelung der Muskelfasern veranlassten Irrthum zurückführen zu müssen. In den Schlundkopfmuskeln der von mir untersuchten Art fanden sich sonst keine Theilungen der Muskelfasern vor, und glaube ich daher nicht, dass in meinem Falle diese Beobachtung sich auf die von Greeff nachgewiesene Fehlerquelle zurückführen lassen wird.

IV. Epithelgewebe.

Uebereinstimmung des Epithelgewebes bei Mollusken und Wirbelthieren.

Der histiologische Grundcharakter der epithelialen Gewebe des Molluskentypus stimmt ganz mit dem der Wirbelthiere überein. Hier wie dort finden wir gleichartige Gebilde, z. B. die äussere Haut, die Darmoberfläche, die Drüsen u. s. w. aus Epithelien zusammengesetzt, d. h. aus Zellen, die durch keine nachweisbaren Mengen von Intercellularsubstanz getrennt sind, sondern deren Contouren hart neben einander liegen.

Stachel- und Riff-Bildung.

Ausser diesem die epitheliale Natur eines Gewebes in erster Linie bestimmenden Charakter findet auch noch eine andere Eigenthümlichkeit des epithelialen Gewebes im Typus der Mollusken ihre Verbreitung, — ich meine die zuerst von M. Schultze an den tieferen Lagen geschichteter Epithelien und an epithelialen Wucherungen, Cancroiden u. s. w. aufgefundene Neigung der Zellen zu der sogenannten Stachel- und Riff-Bildung, welche den ohnehin so innigen Connex der Epithelzellen noch steigert. Dieselbe ist innerhalb des Molluskentypus nur erst an einigen wenigen Stellen zur Beobachtung gekommen; doch dürften wohl weitere

---

1) Annales des Sciences naturelles 1843. 2 Serie. XIX. p. 274.

2) Archiv für mikroskop. Anatomie I. p. 437.

darauf gerichtete Untersuchungen ein häufigeres Vorkommen dieser eigenthümlichen Bildung nachweisen. Ausser in der Haut von Pterotrachea fand ich dieselbe merkwürdiger Weise ebenfalls in der Linse, wo bekanntlich innerhalb des Vertebratentypus dieselbe eine sehr weite Verbreitung besitzt. Während in den andern Molluskenklassen z. B. bei den Gasteropoden und Heteropoden die namentlich bei den letzteren mächtig entwickelte Linse absolut structurlos ist, stellt sie bei den Cephalopoden eine höchst complicirte epitheliale Bildung dar, deren Verhältnisse uns besonders durch Hensen's schöne Untersuchungen bekannt geworden sind. Die Linsenfasern welche Hensen als lange Ausläufer der Epithelzellen des Corpus epitheliale (Hensen, früher ciliare) nachgewiesen hat, fand ich bei Octopus in den oberflächlichen der Peripherie der Linse näheren Schichten, eigenthümlich fein gezähnelt. Besonders schön liess sich dies Verhältniss an den durch Maceration in Oxalsäure dargestellten Isolationspräparaten (Fig. 21) wahrnehmen; jedoch tritt auch schon bei Zerzupfung in Humor aquens diese Zähnelung deutlich hervor. Die Fasern des Linsenkerns sind um die Hälfte und noch mehr feiner wie in den mehr peripheren Schichten und erscheinen stets ganz glatt contourirt.

I. Haut.

Wie bei den Wirbelthieren ist auch innerhalb des ganzen Typus der Mollusken das System der äusseren Haut nebst den von derselben ausgehenden Einstülpungen, den Schleimhäuten aus einer auf bindegewebiger Grundlage ruhenden continuirlichen Epitheldecke gebildet, so dass also überall Epithelien die Gränze des Organismus gegen die Aussenwelt constituiren.

Methoden der Untersuchung.

Die mikroskopische Untersuchung dieser epithelialen Decke lehrt uns, dass in der ganz überwiegenden Mehrzahl der Fälle — mit alleiniger Ausnahme der Epidermis der Heteropoden — es Cylinderepithelien sind, welche die äussere und innere Oberfläche der Mollusken überziehen. Um dieses zu constatiren, brauchen wir nur mit einem scharfen Messer über die zu untersuchende — entweder frische oder vorher in Reagentien z. B. kalt concentrirter Oxalsäure oder einer Lösung von Kali bichromicum von 1 % macerirte — Haut-

oberfläche hinwegzustreifen und die auf diese Weise erhaltene Zellenmasse in einem Tropfen Flüssigkeit zu zerzupfen. So erhalten wir über die Form der die Epitheldecke constituirenden Elemente den besten Aufschluss. Viel schwieriger stellt sich gewöhnlich die Entscheidung der Frage, ob die Epithelien in einer oder in mehreren Schichten über der bindegewebigen Grundlage vorhanden sind. In einzelnen Fällen wird man sich dieselbe wesentlich erleichtern können, wenn es nämlich gelingt, ein hinreichend grosses Stück der zu untersuchenden Haut in möglichster Feinheit abzupräpariren und dasselbe gefaltet unter das Mikroskop zu bringen, so dass man an den gefalteten Rändern des Präparats die einzelnen Hautschichten im Querschnitt sehen wird. So bin ich z. B. an der pigmentlosen Haut der Cephalopoden mit günstigstem Erfolge verfahren, wo an den Rändern die ganze Reihenfolge der Schichten deutlich wurde. Doch sind so gute Resultate immerhin selten. In den meisten Fällen, wo man entweder künstlich mit einer feinen Scheere abgeschnittene dünne Hautstückchen oder schon von Natur besonders dazu geeignete feine Objecte wie Hautfalten, Fühler, Papillen, Mantelränder u. s. w. frisch unter das Mikroskop bringt, gelingt es allerdings, recht gute Bilder des nächsten unmittelbar an die freie Fläche stossenden Epithelbezirks und sichere Aufschlüsse über die Natur der obersten Epithelzellenreihe zu erhalten. Je näher man aber der bindegewebigen Grundlage kommt, desto dunkler und undeutlicher werden zum grössten Theil wegen des in den Hautdecken abgelagerten Pigments die anatomischen Verhältnisse und in den seltensten Fällen gelingt es mit Sicherheit zu entscheiden, ob die Epithelschicht eine einfache oder mehrfache ist.

Glücklicher Weise giebt es mehrere Methoden, durch welche man ein einschichtiges Cylinderepithel mit Leichtigkeit als solches nachzuweisen im Stande ist. Die Anzahl der Reagentien, welche hierzu angewandt werden können, ist eine ziemlich beträchtliche. Jodserum, die kalt concentrirte Oxalsäure, dieselbe zu gleichen Theilen mit Jodserum gemischt — eine mir von M. Schultze angegebene Mischung, der ich mich oft und mit dem besten Erfolge bedient habe; die ganz reine Oxalsäure macerirt zu energisch —, die Moleschott'sche Kalilauge von 33 % bei kurzer Einwirkung, Kali bichromicum von 1 %, welches in dieser Stärke auf die Haut der Mollusken noch macerirend wirkt. Fast alle diese Reagentien leisten gleich gute Dienste. Legt man ein Stückchen der zu unter-

suchenden Haut in ein Uhrglas voll einer dieser Flüssigkeiten, so ist nach längerer oder kürzerer Zeit, wenn ein einschichtiges Cylinderepithel vorhanden war, die Verbindung desselben mit der bindegewebigen Grundlage gelockert, dasselbe ist abgehoben, theilweise ganz abgelöst, und es genügt gewöhnlich ein einziges Präparat, um sich von der Einschichtigkeit des Epithels und dem Nichtvorhandensein tieferer Matrixschichten zu überzeugen. In Fällen jedoch, wo dieses Experiment kein zweifelloses Resultat liefert, hat man gewöhnlich die Gegenwart mehrerer Schichten zu gewärtigen und muss um dieselben zu studiren, zu Durchschnitten nach vorheriger künstlicher Erhärtung schreiten. Dieselbe bleibt jedoch stets bei dem hohen Wasserreichthum der Molluskengewebe mit einer sehr starken Schrumpfung und Entstellung der Elementartheile verbunden. Von den erhärtenden Flüssigkeiten gebe ich der Osmiumsäure in 1—2 procentigen Lösungen entschieden den Vorzug. Dieselbe gestattet nach 24 — 48 Stunden, wenn die eingelegten Hautstückchen nicht allzu voluminös waren, gewöhnlich schon die feinsten Schnitte und gewährt gleichzeitig noch den Vortheil, die Elementartheile am wenigsten unkenntlich zu machen. Letzteres ist im hohen Grade bei der sonst so schnellen und bequemen Erhärtung in Alcohol der Fall. Die Erhärtung in Kali bichromicum hat die Unbequemlichkeit der langen Zeitdauer gegen sich. Auch muss man sehr starke Lösungen anwenden, weil dieses Reagens in Lösungen bis zu 2 % auf die Molluskenepidermis noch macerirend wirkt.

Verschiedene Formen der Cylinderepithelien.

Die Cylinderepithelien, welche den Molluskenkörper bekleiden, können in vier verschiedene Klassen getheilt werden, deren Morphologie durch ihre spezifischen physiologischen Functionen und Beziehungen bestimmt wird. Wir können sie als verschiedene Modificationen ein und desselben Grundprincips, aus einem gleichartigen Ausgangspunkt hervorgegangen betrachten. Bemerkenswerth ist, dass auch im Typus der Wirbelthiere diese vier Formen der Cylinderepithelien in ganz homologer Weise vertreten sind.

Cylinderepithelien mit cuticularer Ausscheidung.

Die erste Klasse umfasst die vielleicht am zahlreichsten vertretenen und — wenn ich mich so ausdrücken darf — auch indiffe-

rentesten dieser Formen, einfache durch keine besondere Eigenthümlichkeit weiter ausgezeichnete Cylinderepithelien, deren äusserste der freien Oberfläche zugekehrte Protoplasmaschicht einen gewissen Grad der Erhärtung angenommen hat, so dass nach dieser Seite hin die Zelle durch eine feste starke Membran gegen die Aussenwelt abgegränzt erscheint. Die Dicke derselben zeigt die bedeutendsten Schwankungen. Während in manchen Cylinderepithelien der der freien Oberfläche zugekehrte Saum nur eine kaum nennenswerthe Verdickung zeigt, kann sich derselbe in anderen Fällen so beträchtlich verdicken, dass er als ein fremdes nicht mehr zur Zelle gehöriges Ausscheidungsproduct, eine geformte feste Substanz (Cuticula) erscheint. Ja, an einzelnen Stellen z. B. am Eingange in den Tractus intestinalis können — wie namentlich Kölliker's grosse Arbeiten es uns gelehrt haben — die Producte dieser cuticularen Bildungsthätigkeit der Zellen wahrhaft enorme Dimensionen annehmen.

Die Cuticula ist bei den Mollusken sowohl auf der Körperoberfläche wie auf der Epithelialbekleidung des Tractus intestinalis sehr weit verbreitet. Sie charakterisirt sich stets als eine einseitige Ausscheidung auf der freien Oberfläche ganzer Epithelialformationen. Sie erscheint entweder homogen, d. h. es lässt sich an der einmal gebildeten Cuticula der Antheil, den die einzelnen Epithelzellen an der Ausscheidung genommen haben, nicht mehr nachweisen, sondern die ganze Epithellage ist mit einer einfachen continuirlichen Decke überzogen, oder es lassen sich die einzelnen von den einzelnen Zellen abgeschiedenen und über denselben gelegenen Territorien der Cuticula noch deutlich unterscheiden und sind noch nicht mit einander verschmolzen wie im ersten Falle. An Querschnitten der von der Cuticula bedeckten Epithelschicht entscheidet man leicht ob noch Contouren oder doch Andeutungen davon zwischen den von den einzelnen Zellen ausgeschiedenen Partieen der Cuticularausscheidung vorhanden sind oder nicht. In den meisten Fällen findet das letztere Verhältniss statt. Gewöhnlich zeigt die isolirte Cuticula an der Innenfläche einen Abdruck des Mosaiks der Epithelzellen, ohne dass sich jedoch Fortsetzungen dieser Contouren in die Substanz der Cuticula verfolgen liessen. Ausser einer leichten der Oberfläche parallel verlaufenden bald mehr bald minder ausgesprochenen Streifung zeigt die Cuticula auch bei den stärksten Vergrösserungen keine weitere Structur. Dieselbe dürfte vielleicht auf eine successive Abscheidung der Cuticula schliessen lassen und wären da-

nach die Parallelstreifen als Anwachsstreifen zu deuten. Hervorzuheben wäre noch, dass die meisten Cuticulae durch ein sehr starkes Lichtbrechungsvermögen und einen dadurch bedingten eigenthümlichen Glanz ausgezeichnet sind.

Besondere Aufmerksamkeit habe ich dem Verhältniss der Cuticula zu der unterhalb derselben gelegenen Epithelschicht, der Matrix gewidmet. Bei nicht ganz starker Vergrösserung erscheint die Gränze beider auf natürlichen Durchschnitten und überhaupt an Präparaten, welche die Verhältnisse in situ zeigen, als einfache, scharfe Linie. Untersucht man jedoch ein Stück einer von einer Cuticula bedeckten Epithelschicht z. B. von der Haut eines Cephalopoden nach vorheriger mehrstündiger Maceration in kalt concentrirter Oxalsäure oder besser noch in Lösungen von Kali bichromicum von 1—2 %, wobei die Cuticula sich auf grössere Strecken zu isoliren und abzuheben pflegt, so zeigen die Epithelzellen dann nach der freien Fläche zu eine auf der jetzt abgehobenen Cuticula senkrecht stehende Streifung, eine eigenthümliche feine Zähnelung und Ausfaserung, welche einer gleichen Configuration auf der innern Fläche der Cuticula entspricht und in diese eingreift. Diese unregelmässige, gezähnelte Gränzlinie zwischen der Epithelschicht und der von ihr gebildeten Cuticula — ganz dasselbe Verhältniss, wie Waldeyer[1]) es von der Uebergangszone der Schmelzzellen in die Schmelzprismen beschreibt und abbildet! — habe ich bis jetzt noch an allen cuticularen Bildungen, welche ich genauer darauf untersuchte, aufgefunden und möchte ich sie als eine Eigenthümlichkeit aller eine Cuticula absondernden Zellen ansprechen. Bei allen oben erwähnten künstlichen Erhärtungsmethoden löst sich gewöhnlich die überhaupt recht vergängliche, nach dem Tode sofort zu Grude gehende Cuticula meist in grösseren Membranen ab, und an Durchschnitten deutet nur eine eigenthümliche feine Zähnelung und Ausfaserung der Epithelien an der freien Fläche, die jedoch ihrer Kleinheit und geringen Entwickelung wegen mit echtem Flimmerepithelium nicht verwechselt werden kann, auf die frühere Existenz einer solchen hin, und habe ich in mehreren Fällen aus der Anwesenheit derselben an künstlich erhärteten Präparaten auf die Existenz einer

---

1) Untersuchungen über die Entwickelung der Zähne. I. Abtheilung p. 48.

Cuticula an diesen Stellen geschlossen und nachher bei der Untersuchung im frischen Zustande dieselbe bestätigt gefunden. Hat man sich erst an Macerationspräparaten von der Existenz dieser eigenthümlichen Zähnelung überzeugt, so gelingt es auch an frischen Präparaten bei Anwendung stärkerer Objective, diese Verhältnisse ebenfalls zur Anschauung zu bringen. An der Gränze zwischen Cuticula und Zellprotoplasma tritt jene schon erwähnte eigenthümliche Streifung auf, von welcher man nicht weiss, ob man sie in die Cuticula oder in die Zellsubstanz verlegen soll, die also jedenfalls wohl das Bindeglied beider und die Matrix der ersteren darstellt.

Die cuticularen Cylinderepithelien treten stets einschichtig auf. Nie habe ich zwischen der oberflächlichen Schichte und der bindegewebigen Grundlage andere epitheliale Zellenformen wahrnehmen können. An dem der bindegewebigen Grundlage zugekehrten Ende zeigen die Epithelien eine mitunter sehr mächtig entwickelte besenartige Ausfaserung. Wenn ich nicht irre, war es zuerst A. Ecker, welcher dieselbe und zwar an den Cylinderzellen der Nasenschleimhaut auffand. Neuere Untersuchungen haben ihre grössere Verbreitung gezeigt, so z. B. an den Cylinderzellen des Ependyma, an den Darmepithelien u. s. w. Meine Untersuchungen haben das ganz ausnahmlose Vorkommen dieser Eigenthümlichkeit an allen cuticularen Cylinderepithelien des Molluskentypus, welche ich genauer darauf untersuchte, nachgewiesen. Bringt man die Epithellage in continuo mit der bindegewebigen Grundlage unter das Mikroskop, so wird das dichte Fasernetz der letzteren dieselbe verdecken und die Epithelien erscheinen nach unten hin gerade abgeschnitten oder abgerundet. Nur wenn man sehr genau beobachtet, gelingt es schon an solchen Präparaten einige Andeutungen dieser basalen Ausfaserung wahrzunehmen. Um dieselbe ganz und voll zur Anschauung zu bringen, muss man seine Zuflucht zu den oben erwähnten Reagentien nehmen, welche durch schonende Maceration das ganze Epithel theils in einzelnen Zellen, theils in grösseren Reihen und Fetzen von der Grundlage ablösen. Mittelst dieser Methode habe ich mich stets von der Anwesenheit dieser basalen Ausfaserung, die oft in ganz exquisitem Grade vorhanden war, überzeugen können. Am schönsten vielleicht beobachtete ich dieses Verhältniss an den hohen Cylinderepithelien, welche die Papillen der sog. Lippe der Cephalo-

poden bekleiden. Die Abbildungen überheben mich einer jeden weiteren Beschreibung.

Wimperepithelien.

Im Gegensatz zu den cuticularen Epithelien treten die Wimperepithelien, die zweite in den Bedeckungen der Mollusken vorkommende Zellform, in den meisten Fällen mehrschichtig oder doch nicht so rein einschichtig auf wie die vorigen. Es findet sich entweder zwischen der oberflächlich gelegenen Reihe und der bindegewebigen Grundlage noch eine mehr oder minder vollständige Reihe weniger entwickelter noch uncharakteristischer epithelialer Zellformen oder es finden sich doch zwischen den gewöhnlich bedeutend verschmälerten untern Enden der Wimperepithelien, die zum grössten Theil die bindegewebige Grundlage erreichen, reichliche jüngere Formen, wenn es auch nicht zur Bildung einer vollständigen Reihe kommt. Doch habe ich an einzelnen Stellen, namentlich da, wo Inseln von Wimperepithel, ja ganz vereinzelte Zellen inmitten cuticularen Epithels vorkamen, ihre einschichtige Natur direct nachweisen können. Ueber die Verhältnisse und Formen, welche im Fall der Mehrschichtigkeit des Wimperepithels in den tieferen Schichten vorkommen, haben meine allerdings bis jetzt noch sehr fragmentarischen Untersuchungen noch zu keinen sicheren Resultaten geführt.

Genauer wurde von mir die Histiologie der schon ausgebildeten bereits wimpernden Zellformen studirt. Ich fand die Cilien stets auf der ganzen Oberfläche der Zellen; nie erschienen dieselben auf den Umkreis derselben beschränkt. In den seltensten Fällen — wie z. B. im Darmkanal der Cephalopoden, wie schon Kölliker[1]) angiebt — scheinen die Flimmerhaare einfach auf dem Protoplasma der Zelle zu stehen und auch dort ist stets noch ein scharfer wenn auch nur einfacher Contour vorhanden. Dasselbe liegt vielmehr fast nie frei zu Tage, sondern an fast allen Wimperepithelien ist ebenfalls wie an den cuticularen Epithelien auf der freien Oberfläche eine verdickte Schicht erhärteten Protoplasma's abgelagert. Dieselbe ist stets durch ein etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet und markirt sich stets ziemlich deutlich als ein glänzender doppelt contourirter Saum. Die Dicke dieser Gränzschicht ist sehr ver-

---

1) Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre p. 49.

schieden. Gewöhnlich übertrifft sie nicht die mässigen Dimensionen welche Marchi[1]), der in einer auf der Bonner Anatomie angestellten Untersuchung den Wimperepithelien der Mollusken ein eingehenderes Studium widmete, durchgängig an seinen Abbildungen gezeichnet hat. In einem Falle hatte ich jedoch Gelegenheit, eine bedeutend stärkere Entwickelung des Gränzsaumes zu sehen. An den Fühlern einer Calyptraea fand ich Flimmerepithelzellen, deren freier Saum eine Dicke angenommen hatte, wie man sonst nur an den echten Cuticulae zu sehen pflegt. Ich komme später noch darauf zurück und will jetzt nur noch erwähnen, dass dieser Saum auch insofern sich den cuticularen Bildungen anreiht, dass derselbe als eine einheitliche continuirliche Decke über der Zellschicht liegt, in welcher die von den einzelnen Zellen gebildeten Territorien sich nicht mehr unterscheiden lassen und auch durch keine Contouren getrennt sind. Diese höchst interessante, nur einmal zur Beobachtung gekommene Zellform scheint ein morphologisches Mittelglied zwischen wimpernden und cuticularen Epithelien darzustellen.

Marchi stellt die Vermuthung auf, dass der wahrscheinlich aus einer verdichteten Schicht Protoplasma bestehende Saum wie ein feines Sieb durchlöchert sei, um den Flimmerhaaren den Durchtritt zu gestatten. An den soeben erwähnten Zellen habe ich diese Vermuthung Marchi's durchaus bestätigen können. Durch den mächtigen Saum hindurch lassen sich die an diesem Object verhältnissmässig sehr starken Flimmerhaare ganz deutlich durch die ganze Dicke der Schicht verfolgen.

Valentin und Buhlmann waren die ersten, welche eine deutliche Fortsetzung der Wimperhaare in das Zellprotoplasma beobachteten. Darauf beschrieb Friedreich dieselbe an den Zellen des Ependyma ventriculorum des Menschen, und nach ihm hat Eberth[2]) die gleiche Beobachtung am Darmkanal von Anodonta gemacht. Marchi hat in seinen schon oben erwähnten Untersuchungen auch an andern Wimperepithelien der Mollusken dieses Verhalten bestätigt gefunden. Auch ich habe an mehreren Stellen ein Eindringen der Haare in das Protoplasma theils mehr theils weniger deutlich wahrnehmen können.

---

1) Archiv für mikroskopische Anatomie II, p. 467. Taf. XXIII.

2) Virchow's Archiv. 1866. XXXV. p. 477.

Becherzellen.

Die dritte, wie es scheint, ganz allgemein in den Bedeckungen der Mollusken vorkommende Zellform dient dem spezifischen Zweck der Schleimsecretion. Wir haben in den Becherzellen die Bereiterinnen des die Haut der Mollusken überziehenden und so eigenthümthümlich klebrig-schlüpfrig machenden Schleimes zu sehen. Erst verhältnissmässig neuere Untersuchungen, die von Franz Eilhard Schulze[1]) haben uns diese Gebilde und ihre weite Verbreitung innerhalb des Vertebratentypus näher kennen gelehrt, und wir verdanken den schönen Untersuchungen dieses Forschers in erster Linie unsere tieferen Einsichten in die Natur und die Eigenschaften dieser höchst eigenthümlichen Gebilde.

Die Gestalt und Grösse derselben ist innerhalb des Molluskentypus, wo meine Untersuchungen mich ihre enorme Verbreitung und Häufigkeit kennen gelehrt haben, eine ziemlich wechselnde, meist eine mehr oder weniger flaschenförmige, wobei jedoch die Grösse und Form des Körpers sowie die mehr oder minder bedeutende Länge des Halses, der Umstand ob derselbe aus einer allmäligen Verschmälerung des Zellkörpers oder scharf abgesetzt aus demselben hervorgeht, zahllose Verschiedenheiten bedingen. Meist, z. B. in der Haut der Cephalopoden und der Meeresgasteropoden sind die Becherzellen nicht viel grösser, wie die gewöhnlichen cuticularen oder flimmernden Epithelzellen, zwischen denen sie stehen. Der Hals ist hier gewöhnlich sehr kurz und geht aus dem allmälig verschmälerten Zellkörper hervor. Ganz anders erscheinen sie dagegen in der Haut der landbewohnenden Pulmonaten, wo ihrer Max Schultze gedenkt[2]), über eine Arbeit von Pietro Marchi berichtend, welche unvollendet geblieben. Hier erreichen sie eine wahrhaft kolossale Grösse und liegen nicht mehr zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen der Epidermis, sondern in der Cutis, wo sie mächtige, flaschenförmige Gebilde darstellen. Nur die ziemlich scharf abgesetzten Hälse, die langen und feinen Ausführungsgänge liegen zwischen den Epithelzellen. Jede Becherzelle enthält am Grunde einen Kern und etwas körniges Protoplasma um denselben. Der übrige meist bedeutend grössere Theil der Zelle, die Theca, wenn wir

---

1) Archiv für mikroskopische Anatomie. III, p. 144.

2) Ebenda p. 204.

F. E. Schulze's Terminologie adoptiren, ist von einer durchsichtigen, fadenziehenden schleimigen Substanz erfüllt, welche bei Betrachtung im durchfallenden Licht sehr hell erscheint und die Becherzellen aus dem umgebenden stets dunkleren Gewebe hervorhebt. Ebenso wie von F. E. Schulze an denen der Wirbelthiere habe auch ich an den Becherzellen der Mollusken stets eine Membran nachweisen können, welche jedoch da, wo der verjüngte Theil der Zelle zwischen und au niveau mit den benachbarten Epithelzellen frei aufhört, fehlt, sodass sich der schleimige Inhalt der Theca frei auf die Oberfläche der Epidermis ergiessen kann.

Neuroepithelien.

Die vierte Form endlich, welche in den epithelialen Decken der Mollusken vorkommt, ist die seltenste aber auch die physiologisch wichtigste. Diese Zellen sind dadurch ausgezeichnet, dass nervöse Fibrillen sich mit ihrer Substanz in Verbindung setzen, wodurch dieselben als Sinneszellen, Nervenendzellen, Neuroepithelien zu Vermittlern der Empfindung differenzirt werden. Leider ist unsere Kenntniss gerade dieser Zellen noch äusserst mangelhaft und das, was wir über die Natur derselben zu wissen glauben, beruht leider zu dem bei Weitem grössten Theil mehr auf Handhabung der Hypothese, auf Anwendung der Analogie wie auf dem Nachweis eines objectiven Thatbestandes.

Claparède[1]) ist der erste, der in seiner schönen Anatomie der Neritina fluviatilis bei der Beschreibung der Fühler dieses Thieres eigenthümlicher längerer Stacheln, starrer spitziger Borsten gedenkt, welche spärlich, am häufigsten noch an der Spitze, auf der äusseren Hautfläche stehen. Er stellt die Vermuthung auf, dass diese Gebilde, welche er mit den von Max Schultze auf der Haut verschiedener Turbellarien entdeckten Borstenhaaren vergleicht, die Tastempfindungen vermitteln dürften. Fast gleichzeitig mit ihm beschreibt Leydig[2]) gleiche Borsten von den Tentakeln und dem Rand des Fusses von Lymnaeus stagnalis.

Nach meinen Untersuchungen kommen auf der Hautoberfläche der Gasteropoden und Cephalopoden ganz allgemein diese Borsten vor. Ueber die ganze Hautdecke sind dieselben zerstreut, verhält-

---

1) Müller's Archiv. 1857. p. 115.

2) Lehrbuch der Histiologie p. 106.

nissmässig sehr dünn gesäet über den mehr indifferenten Körpertheilen, in der Haut der grösseren Leibesmasse. Allenthalben jedoch da, wo eine höhere Differenzirung der von der Haut überzogenen Organe zu verschiedenartigen Verwendungen, zu gesteigerter Beweglichkeit vorhanden ist, sehen wir die relative Anzahl derselben, ihren Reichthum auf einem bestimmten Quadrat der Hautoberfläche bedeutend vermehrt. Sparsam auftretend in der Haut, welche den ungeschlachten mächtigen Rumpf des Cephalopodenkörpers überzieht, sehen wir dieselben an den zu hoher Beweglichkeit und zu verschiedenen Zwecken, dem Tasten, dem Ergreifen der Beute, dem Ansaugen u. s. w. so ausserordentlich differenzirten Armen der Cephalopoden in bedeutend vermehrter Anzahl erscheinen. So ist gewöhnlich die vordere Partie des Mantel- und Fussrandes der durch Kriechen sich vorwärts bewegenden Gasteropoden durch den Reichthum derselben ausgezeichnet, ebenso die nächste Umgebung des Mundes, vor allen aber die bei fast allen Gasteropoden und auch einigen Heteropoden ein- oder zweipaarig vorhandenen Fühler[1]), welche hierdurch ebenso wie durch die hohe Beweglichkeit und complicirte Muskulatur ähnlich wie die menschliche Hand sich durch das Umtasten der Objecte Vorstellungen von der Natur und Form derselben zu bilden geeignet sind.

Schon oben, bei Erörterung der bei Untersuchung der Hautdecken angewandten Methoden ist der hohen Schwierigkeiten, welche sich der Aufklärung dieser Strukturverhältnisse in so vielen Fällen entgegenstellen, gedacht worden. In ganz besonderem Maasse gilt dies von der Frage in welchem Verhältniss die auf der Haut sichtbaren und über die Fläche derselben hervorgehenden Borstenhaare zu den die Epidermis constituirenden Zellen stehen. Die Untersuchung der Haut im frischen Zustande führt bei der Seltenheit dieser Gebilde nicht zum Ziel. Es ist oben schon erörtert, dass diese Methode nur von dem nächsten unmittelbar an die freie Fläche stossenden Epithelialbezirk einigermaassen deutliche Bilder giebt. Man ist allerdings berechtigt zu erwarten, mittelst dieser Methode über die Natur der gewöhnlichen die oberflächliche Reihe der Epitheldecke constituirenden Elemente sichere Aufschlüsse zu erhalten. Ein be-

---

1) Denselben Reichthum an Borstenhaaren zeigen auch die bei einigen Mollusken an Stelle der fehlenden Fühler vicariirenden Organe, z. B. die Stirnscheibe der Bulliden.

sonderer Glücksfall würde es aber sein, wenn man an einem derartig hergestellten Präparat auch über die Natur der so spärlich zwischen den anderen Epithelzellen vorkommenden Stellen unterhalb der Borstenhaare zu sicheren Resultaten gelangte.

So viel ich an der Epidermis der Cephalopoden, ihrer Pigmentlosigkeit wegen entschieden dem günstigsten Untersuchungsobject, über diese Frage ermitteln konnte, stehen die Borstenhaare nicht auf der die ganze Oberfläche dieser Thiere überziehenden Cuticula, sondern durchbohren dieselbe. Hier wie überhaupt bei allen Mollusken sind es schlanke Spitzen oder Haare, die mit einer allmälig verbreiterten Basis auf der Cuticula zu stehen und — ähnlich wie der Dorn aus dem Zweig — aus derselben hervorzugehen scheinen. Bei näherer Untersuchung erwies sich dies jedoch als irrig. Es sind diese Borsten keineswegs starre Cuticularbildungen sondern weiche biegsame[1]) Haare. Ausserdem erscheint an den Stellen, wo dieselben stehen, die Cuticula verdünnt, ja bei ganz genauer Einstellung sogar durchbohrt. Leider stösst die Verfolgung dieser Haare in die Tiefe auf sehr grosse Schwierigkeiten. Stets war an einer solchen Stelle die Zeichnung der unter den Haaren stehenden Epithelzellen sehr undeutlich, so dass es unklar blieb, ob hier nur die gewöhnlichen Epithelien oder spezifische auch morphologisch von denselben verschiedene Zellen vorhanden waren, ja ob die Haare überhaupt mit Zellen in Verbindung traten oder — so wie die Nervenenden in der Hornhaut — ohne Vermittlung von in der Epidermis gelegenen Epithelien aus der Tiefe der Haut frei hervorragende Spitzen darstellten. Zu einem positiven Resultat hat mich nur die ausdauernde Anwendung der Isolationsmethoden geführt. Auch hier ist die Wahrscheinlichkeit eine äusserst geringe, unter der überwiegenden Mehrzahl der indifferenten Epithelien, die etwa vorhandenen die Borstenhaare tragenden Zellen zu erhalten. Doch bin ich ein einziges Mal so glücklich gewesen, mittelst dieser Methode aus der Haut von Arion ater ein Präparat zu gewinnen, welches deutlich die Continuität des

1) Dies gelang mir zwar nicht an der Haut der Cephalopoden, wohl aber an den hinteren Fühlern von Aplysia, einer Opisthobranchierin, direct nachzuweisen. Dieselben zeigen unter dem Mikroskop ein cuticulares Cylinderepithel, über welches vereinzelte feine Borstenhaare hervorragen. Dazwischen finden sich einige kleine Inseln von Flimmerepithel, durch deren Wimperung in der Flüssigkeit unter dem Deckgläschen Strömungen entstanden, welche die feinen Borstenhaare mitunter deutlich hin und her bewegten.

Borstenhaares mit einer zwischen den gewöhnlichen Cylinderepithelien gelegenen spindelförmigen Zelle zeigte.

Die Annahme des Zusammenhanges der die Borstenhaare tragenden Zellen mit Nervenfasern stützt sich ebenfalls nur auf eine einzige directe Beobachtung. In dem Gehörorgan der Heteropoden habe ich den Zusammenhang Borsten tragender Zellen mit Nervenfasern sicher constatiren können, und möchte ich eine weitere Ausdehnung des hier nachgewiesenen Princips auf die übrigen Sinnesorgane und die Haut des Molluskentypus — auch ohne mich auf das für den Vertebratentypus ermittelte Gesetz zu berufen — als eine wohlberechtigte Annahme bezeichnen, zumal da wir sehen werden, wie das Gehörorgan wahrscheinlich in allen Molluskenklassen eine Einstülpung von der äusseren Haut aus darstellt und mit derselben in continuirlicher Verbindung bleibt, also keineswegs zu ihr in einem so heterogenen Verhältniss steht, wie das stets als geschlossenes Bläschen auftretende Gehörorgan der Wirbelthiere.

Ausser diesen die Borstenhaare tragenden höchstwahrscheinlich nervösen Cylinderepithelien, welche in den beiden Klassen der Gasteropoden und der Cephalopoden ganz allgemein verbreitet sind, finden sich in der Haut der Mollusken jedoch auch noch andere Zellen, welche ich ebenfalls als Neuroepithelien beanspruchen möchte. Während die Borstenhaare und die dieselben tragenden Sinneszellen stets einzeln zwischen indifferenten Epithelien stehen und selbst an den Stellen ihres relativ reichsten Vorkommens, z. B. an den Tentakeln zwischen je zwei Borstenhaaren doch immer noch eine Mehrzahl nicht nervöser Epithelien gezählt werden kann, finden sich bei vielen Mollusken an einigen besonders begünstigten Hautstellen, wie Tentakeln, Mantelrand, Umgebung des Mundes, der vordere Rand des Fusses bei den Gasteropoden, zwischen indifferenten Epithelien Lücken, welche die Breite einer gewöhnlichen oder wimpernden Epithelzelle meist noch um etwas übertreffen. Aus diesen ragen eine Menge kurzer, glänzender Spitzen hervor und ist mir bei genauerer Untersuchung einiger dieser Organe zur hohen Wahrscheinlichkeit geworden, dass dieselben einzeln auf sehr feinen und schmalen Zellen stehen, welche zu Bündeln von 6 bis 12 vereinigt zwischen den indifferenten Epithelien liegen, und also ganz die Anordnung der von Leydig [1])

1) Zeitschr. für wissenschaftliche Zoologie. 1851. Bd. III, p. 6.

entdeckten und später von Franz Eilhard Schulze[1]) genauer untersuchten becherförmigen Organe der Fische, sowie der von Lovén und Schwalbe an der Säugethierzunge aufgefundenen sog. Schmeckbecher wiederholen. Obwohl ich einen Zusammenhang der in einem solchen Becher zusammenliegenden feinen Zellen mit Nervenfasern nicht nachgewiesen habe, so stehe ich doch nicht an, diese becherförmigen Organe der Mollusken ebenfalls als Sinnesorgane und die dieselben constituirenden Zellen als Neuroepithelien zu deuten. Während die Borstenhaare, wie sich mit hoher Wahrscheinlichkeit aus ihrer ganzen Anordnung ergiebt, die Vermittler des Tast- und Gefühlsinns, die empfindenden Punkte der Hautoberfläche darstellen, deren relativer Reichthum oder Armuth die grössere oder geringere Fähigkeit der betreffenden Hauptpartieen, Empfindung und Gefühl zu vermitteln, bedingen, scheinen diese becherförmigen Organe mehr der Vermittlung spezifischer mehr diffuser Sensationen wie Geruch und Geschmack zu dienen.

Pigment.

Ehe wir diese allgemeine Uebersicht verlassen und dazu übergehen, in den einzelnen Fällen die Zusammensetzung der Haut aus den vier soeben beschriebenen Formen von Cylinderepithelien zu untersuchen, wollen wir vorher noch kurz der in der Haut der Mollusken vorkommenden Pigmente gedenken. Dieselben haben ihren Sitz entweder in den Epithelien selbst oder in dem subepithelialen Bindegewebe. Ersteres ist der Fall mit den Plattenepithelien einiger Heteropoden sowie mit vielen cuticularen und Wimperepithelien der Gasteropoden. In der Haut der lungenathmenden Landgasteropoden gehen die Becherzellen eine eigenthümliche Differenzirung zu den einzelligen Farbdrüsen ein, welche wir später noch besprechen werden.

Das bei den meisten Gasteropoden im subepithelialen Bindegewebe abgelagerte Pigment bildet bei der Untersuchung dünner Hautstückchen das Haupthinderniss. Wahrscheinlich ist das körnige Pigment stets in Bindegewebszellen gebildet, wenn auch in vielen Fällen nichts mehr von denselben zu sehen ist und das ganze subepitheliale Gewebe mit körnigem Pigment infiltrirt erscheint. Das Bindegewebe der Heteropoden ist wie überhaupt so auch unter der Epi-

1) Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. 1862. Bd. XII, p. 218.

dermis pigmentlos und bei den Cephalopoden führt die unmittelbar unter der ebenfalls unpigmentirten Epidermis gelegene Bindegewebsschicht kein Pigment, welches erst in einer etwas tieferen Schicht auftritt und dort die so höchst interessanten Chromatophoren bildet.

I. Haut der Gasteropoden.

A. Süsswassergasteropoden.

Ancyclus lacustris.

Bei Ancyclus lacustris ist fast die ganze Oberfläche des Körpers mit Flimmerepithel bekleidet. Nur die ganz wie die der Neritina fluviatilis [1]) gebauten Fühler tragen ein einfaches Cylinderepithel mit einer feinen cuticularen Bedeckung. Doch finden sich auch hier einzelne flimmernde Inseln sowie nicht seltene zum Theil sehr ansehnlich grosse Becherzellen. Die innere (Darm) Oberfläche ist ebenfalls mit ziemlich breiten und niedrigen Wimperepithelien bekleidet, deren Wimperhaare sich durch den doppelt contourirten relativ ziemlich breiten Saum in das Protoplasma der Zelle verfolgen lassen.

B. Meeresgasteropoden.

Haliotis tuberculata.

Die Haut von Haliotis tuberculata besteht fast ganz aus Wimperepithel; doch ist ganz wie bei Neritina fluviatilis der Manteltheil mit einem schwarzes körniges Pigment führenden Cylinderepithel überzogen. Besonders interessant sind die grossen Tentakel, von denen jeder nach oberflächlicher Schätzung etwa 80—100 secundäre Tentakel trägt. Dieselben (Fig. 22) sind von einem niedrigen eine deutliche Cuticula tragenden Cylinderepithel überzogen.

In den Zellen sind stets einige bis viele Körnchen eines schmutzig olivenbraunen bis grünlichen Pigments abgelagert. An der Spitze des secundären Tentakels ragt eine Anzahl kranz- oder büschelförmig angeordneter kurzer, starrer, glänzender Haare hervor.

Calyptraea vulgaris.

Eine Beobachtung, welche für die Histiologie des Wimperepithels — wie oben schon erwähnt — von hohem Interesse ist, machte ich an den Fühlern einer Calyptraea — wahrscheinlich vulgaris Phil. Dieselben sind von einem Flimmerepithel überzogen, an dessen Zellen der der freien Fläche zugekehrte Saum Dimensionen angenommen

---

1) cf. Claparède (Müller's Archiv 1857. p. 114).

hat, wie ich sonst an keiner Stelle auch nur annähernd gesehen habe und welche denselben vollkommen einer echten Cuticula ähnlich machten. Derselbe wurde von den Wimperhaaren deutlich durchbohrt und erschien wie von Porenkanälen durchzogen (Fig. 23). Die Fortsetzung der ziemlich starken Wimpern in das Zellprotoplasma zu verfolgen, war an dieser Stelle leider unmöglich, da der Theil der Zelle unmittelbar unter dem Saum mit dunkelgelben Pigmentkörnchen angefüllt war. Die Uebereinstimmung des Saumes mit einer Cuticula geht jedoch noch weiter. Derselbe erscheint in der That als eine von der ganzen Zellenschicht gleichmässig gebildete homogene Ausscheidung, an welcher die von den einzelnen Zellen gebildeten Territorien durch keine besonderen Contouren mehr getrennt und nicht mehr zu unterscheiden waren. Ich zerzupfte einen Fühler in süssem Wasser um die Zellen quellen zu machen. Die einzelnen Zellen gelang es selten zu isoliren, gewöhnlich wurden sie zu kleineren Paketen durch die gemeinsame Cuticula, welche dann eine ganz sichelförmige Krümmung annahm, zusammengehalten.

Doris.

An einer leider nicht genau bestimmten sehr schönen Species von Doris habe ich die Tentakeln und den vorderen Mantelrand näher untersucht. Die Fühler sind wie bei allen Doridiern und vielen Opisthobranchiern ausserdem noch geringelt und erscheinen bei Betrachtung mit der Lupe schraubenförmig gewunden. Sie sind ganz von Flimmerepithel überzogen mit dazwischen stehenden feinen Borstenhaaren. Der Mantelrand (Fig. 24) ist gelb gefärbt. Die Epithelzellen selbst sind gelben Pigmentkörnchen angefüllt; es sind in überwiegender Mehrzahl cuticulare Epithelien, dazwischen einzelne oder zu 2—3 zusammenstehende Wimperepithelien und einige kleine Becherzellen. Das physiologisch wichtigste Element wird jedoch durch an dieser Stelle gar nicht seltene becherförmige Sinnesorgane dargestellt, welche die Breite einer gewöhnlichen Epithelzelle um nicht sehr viel übertreffen und aus denen eine Anzahl kleiner starrer glänzender Borsten hervorragt, ganz wie an der später zu beschreibenden Rüsselspitze der Heteropoden, so dass ich nicht anstehe, diese becherförmigen Organe ebenfalls wie dort als büschelartige Anhäufungen sehr schmaler Nervenendzellen zu deuten.

Aplysia punctata.

Die Haut des Rückens von Aplysia punctata trägt ein wimperndes Epithel. Die hinteren Tentakel (Fig. 25), welche ich allein

genauer untersucht habe, sind von einem einschichtigen cuticularen Cylinderepithel überzogen, in welchem nur sehr spärlich kleine Inseln von Flimmerepithel verstreut sind. Ziemlich zahlreich finden sich verhältnissmässig recht grosse Borstenhaare und konnte ich an diesem Object beobachten, wie dieselben durch die in der Flüssigkeit unter dem Deckgläschen hervorgebrachte Strömung hin und her bewegt wurden. Die auch hier vorhandenen Becherzellen übertreffen — wie bei den meisten Salzwasser-Mollusken — an Grösse kaum die gewöhnlichen Epithelien.

Aeolis.

Aeolis — die untersuchte Species konnte nicht genau bestimmt werden; am meisten ähnelte sie der A. Drummondii Thomps.[1]) — zeigt ebenfalls auf der Körperoberfläche Wimperung. Die vorderen Fühler (Fig. 26) welche ich genauer untersuchte, zeigen zwischen einer continuirlichen Decke grosser Flimmerepithelzellen, an denen man recht gut die Fortsetzung der Wimperhaare in das Zellprotoplasma wahrnehmen konnte, einzelne becherförmige Sinnesorgane, denen ganz gleichend, die ich von dem Mantelrand der Doris beschrieben habe.

C. Landgasteropoden (Pulmonaten).

Die Verschiedenheit des Mediums, in dem diese Thiere leben von dem, auf welches die Bewohner der Flüsse und der Meere angewiesen sind, bedingt auch in der Struktur der Hautdecken mannichfache Unterschiede. So tritt z. B. das bei den Wasserbewohnern so weit verbreitete Flimmerepithel entschieden mehr zurück, um einem gewöhnlichen Epithel Platz zu machen. Ganz besonders aber sind es die Becherzellen, deren mächtige Entwickelung die Haut der Pulmonaten vor der der Wassergasteropoden auszeichnet. Während bei den letzteren die Grösse der Becherzellen selten die der gewöhnlichen Epithelien, zwischen denen dieselben liegen, übertrifft — die Zellen, welche Meyer und Möbius[2]) aus der Haut von Elysia viridis abbilden und beschreiben, sind mir bis jetzt fast das einzig bekannte Beispiel; auch die Becherzellen von Ancyclus lacustris übertreffen um das Mehrfache die Grösse der gewöhnlichen Epithelien — ist die Schleimbereitung bei den Pulmonaten durchgehend

1) Meyer und Möbius, Fauna der Kieler Bucht Taf. II.

2) Fauna der Kieler Bucht p. 9.

eine ausserordentlich energische und die Grösse der Zellen steht dazu in gleichem Verhältniss.

Ich habe am genauesten die Haut von Arion ater untersucht Hautdurchschnitte lassen sich am besten nach vorheriger Erhärtung in Osmium von 1 % anfertigen. Das Präparat Fig. 27 ist auf diese Weise gewonnen. Nach 12 Stunden gestattet das eingelegte Stück schon die feinsten Schnitte. Ein Uebelstand bei dieser Methode ist nur, dass die subcutanen Muskeln sich stets auf das äusserste contrahiren und so die Hautoberfläche stets geschrumpft erscheint. Doch lässt sich dies eben bei keiner Methode vermeiden.

Die Rückenfläche des Thieres ist von einem einschichtigen kleinzelligen Cylinderepithelium überzogen, das zwar keine eigentliche Cuticula absondert, dessen freie Säume jedoch eine deutliche Verdickung zeigen. Auf der Haut stehen überall verstreut einzelne feine Borsten haare. An dem Fig. 27 gezeichneten Osmiumpräparat sind deren sogar zwei erhalten. Doch gelang es nicht an diesen Präparaten über das Verhältniss derselben zu den epithelialen Elementen ins Klare zu kommen. Dafür hatte ich aber das Glück, unter den von einem 24 Stunden in Kali bichromicum von 1 % macerirten Hautstück gewonnenen Epithelgruppen auf das Fig. 28 dargestellte Präparat zu treffen, welches deutlich zeigt, wie die Borstenhaare auf besonders differenzirten Epithelzellen stehen, welche ich als Nervenendzellen in Anspruch nehmen möchte.

Unmittelbar unter dem Epithelium beginnt eine dichte Lage schwarzen körnigen Pigments, welches das Bindegewebe ganz und gar verdeckt; etwaige Pigmentzellen sind nicht unterscheidbar, die ganze Schichte erscheint diffus infiltrirt. Weiter nach innen zu wird das Pigment spärlicher und tritt nur noch in einzelnen Streifen auf. Man erkennt dazwischen deutliche Bindegewebsbündel. Noch tiefer folgen die netzartig verlaufenden Bündel sich verästelnder Muskelzellen.

Eine ganz besonders hohe Entwickelung und Differenzirung zeigen in der Haut der Pulmonaten die Becherzellen. Dieselben erreichen durchweg eine die der gewöhnlichen Epithelien um das Vielfache übersteigende Grösse, so dass nur verschwindend kleine Theile derselben zwischen den gewöhnlichen Epithelien liegen, die eigentlichen Zellkörper aber in der Tiefe der bindegewebigen Cutis ihren Platz finden und so als eigene Hautdrüsen imponiren.

Semper unterscheidet in seinen schönen Beiträgen zur Ana-

tomie und Physiologie der Pulmonaten[1]) zweierlei Modificationen dieser Hautdrüsen. Die erste, kleinere Form stellt die schon von Gray[2]) beschriebenen Farbdrüsen dar. Semper hat dieselben genauer studirt und dieselben zuerst als einzellige Drüsen aufgefasst. In der Rückenhaut von Arion ater fand ich diese Zellen nicht entwickelt Die rothbraune Varietät von A. empiricorum, welche Semper untersuchte, war mir unzugänglich. Am genauesten habe ich sie an. Helix arbustorum studirt. Es sind in der That Becherzellen, in deren Grunde ein ziemlich grosser runder Kern liegt, als deren Inhalt sich aber weder Protoplasma noch Schleim wie bei den gewöhnlichen Becherzellen, sondern eine dichte Masse körnigen dunkelschwarzbraunen Pigments nachweisen lässt. Sie zeigen gewöhnlich die Flaschenform sehr deutlich; der verschmälerte ebenfalls mit dunkeln Pigmentkörnchen angefüllte Hals mündet frei zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen und sticht deutlich gegen dieselben ab. Ihre Grösse übertrifft die Dimensionen der gewöhnlichen Epithelzellen um das 5—6fache. Ausser bei Helix arbustorum habe ich sie noch an H. hortensis und pomatia gefunden. Die Untersuchung ist eine sehr bequeme, da bei den meisten Helices mit Leichtigkeit sich ein frisches feines Hautstück abpräpariren lässt, in welchem die Farbdrüsen sofort in die Augen fallen.

Die zweite Art, die von Semper sogenannten Schleimdrüsen, sind noch um vieles grösser, wie die Farbdrüsen und übertreffen bei Arion ater die Dimensionen der gewöhnlichen Epithelzellen bis um das 10—20fache. Dieselben sind so gross, dass Semper ihre einzellige Natur durchaus verkannte und sie als zusammengesetzte Drüsen beschrieb. Erst M. Schultze und Marchi[3]) haben nachgewiesen, dass diese Drüsen einfache Becherzellen sind. Dieselben sind, wie die Abbildung lehrt, wirklich in ungeheurer Menge vorhanden. Auch auf nicht ganz feinen Schnitten lässt ihr heller Inhalt sie leicht erkennen. Im Grunde der Zelle liegt stets ein von etwas Protoplasma umgebener Kern, welcher jedoch nur einen relativ geringen Raum einnimmt. Der bei weitem grösste Theil der Zelle ist mit hellem Schleim angefüllt, welcher bei den meisten

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. p. 341.

2) London Medical Gazette 1837—1838. Vol. I, p. 840. Mir gleichfalls nur aus v. Siebold, Vergl. Anatomie p. 303 bekannt.

3) Archiv f. mikr. Anat. III, p. 204.

Erhärtungsmethoden, z. B. den von M. Schultze angewandten, der Osmiumsäure und der Müller'schen Flüssigkeit, ein schaumiges Ansehen zeigt, welches mitunter ein kleinzelliges Epithel — ganz wie Semper es abbildet — vorzuspiegeln im Stande ist. Die Grösse variirt sehr.

Einige Male sah ich zwischen den grossen hellen Zellen auch verhältnissmässig kleinere zwischen den Epithelien ausmünden, welche in ihrem Innern keine Spur des hellen Schleimes zeigten, sondern ganz mit einem körnerreichen Protoplasma nebst Kern angefüllt waren. Die Gray-Semper'schen Farbdrüsen waren es wahrscheinlich nicht, denn sie enthielten keine echten Pigmentkörnchen von irgend welcher ausgesprochenen Farbe. Wirklich ausgebildeten Farbdrüsen, wie Semper sie beschreibt und abbildet, habe ich in der Rückenhaut der von mir untersuchten Species gar nicht gefunden, und wenn man diese Zellen als Farbdrüsen in Anspruch nehmen will, so sind sie an dieser Stelle gegenüber dem, was ich in der Haut von Helix sah, auf einer sehr rudimentären Entwickelungsstufe geblieben. Eher bin ich noch geneigt, sie als Altersstadien der schleimbereitenden Becherzellen aufzufassen.

II. Haut der Heteropoden.

Auch in Bezug auf die Hautbedeckungen nimmt die kleine aber höchst interessante Klasse der Heteropoden gegenüber den übrigen Molluskenklassen eine durchaus exceptionelle Stellung ein.

Nach der Darstellung der Anatomie derselben. welche Gegenbaur in seiner unübertroffenen Monographie gegeben hat, sowie nach den sehr sorgfältigen Angaben Leuckart's, vermag ich nur wenig Neues zu bringen.

An allen den von mir untersuchten Arten, Carinaria mediterranea, Pterotrachea coronata und mutica, wird die ganze Leibesoberfläche mit geringen gleich zu erwähnenden Ausnahmen von einem stets einschichtigen sehr dünnen Plattenepithel überzogen. Die Zellen sind in sehr hohem Grade abgeplattet, so dass eine sehr geringe Drehung der Stellschraube genügt, die Zeichnung derselben zum Verschwinden zu bringen. Das Protoplasma der gewöhnlich polygonalen Zellen ist stets sehr blass und feinkörnig und enthält meist feine fast punktförmige glänzende Fettmoleküle. Der Kern ist gewöhnlich sehr unregelmässig geformt. Die Abbildung überhebt mich jeder weiteren Beschreibung (Fig. 29 a).

Die schmalen Intercellularräume, welche Leuckart zwischen den einzelnen Epidermiszellen beschreibt, habe ich nicht gesehen. Vielmehr sind die Zellen echte durch keine nachweisbare Spur von Intercellularsubstanz getrennte Epithelien. An einzelnen Hautstellen konnte ich sogar eine ganz exquisite Riffzellen-Bildung beobachten, indem jede Zelle an ihren Rändern mit den Nachbarzellen durch eine kammartige Zähnelung fest verbunden war. Die Gränzlinien zwischen den einzelnen Zellen erschienen in Folge dessen nicht als einfache Contouren, sondern als breitere doppeltcontourirte Bänder, als deren Ursache sich die Riffbildung erst bei stärkerer Vergrösserung ergab (Fig. 29 b). Vielleicht dass die Leuckart'sche Angabe an diesem Umstande ihre Erklärung findet.

Wimpernde Sinnesorgane.

Sämmtliche untersuchte Heteropoden zeigen über die ganze Leibesoberfläche zerstreut erst bei mikroskopischer Untersuchung wahrnehmbare scharf begrenzte etwa $1/4$—$1/2'''$ grosse Flecken, auf welchen das einschichtige Plattenepithel fehlt und welche dafür Cilien tragen. Keferstein[1]) hat dieselben zuerst beschrieben; er hält diese kleinen flimmernden Inseln für Analoga des auf der Vorderfläche des Leibes befindlichen sog. Wimperorgans der Heteropoden, also für Sinnesorgane. In der That kann ich bestätigen, dass stets ein ziemlich starker Nerv an diese Organe herantritt. Von der freien Fläche bei stärkerer Vergrösserung betrachtet erscheinen diese flimmernden Inseln scharf begrenzt und unmittelbar von den gewöhnlichen Plattenepithelien umgeben. Nach Keferstein geht der Nerv bei diesen Organen in eine graue ganglionäre Masse über, welche auf ihrer freien Fläche Wimpern trägt. Ich habe diesen Gebilden eine ziemlich genaue Untersuchung gewidmet und gefunden, dass dieselben keineswegs eine amorphe Masse darstellen, sondern aus allerdings sehr vergänglichen und ihre Contouren sehr leicht einbüssenden Zellen zusammengesetzt sind. Im Querschnitt gesehen erscheinen diese flimmernden Inseln stets über das Niveau der Hautoberfläche emporgewölbt. Der Nerv geht nicht, wie Keferstein es angibt und abbildet, ungetheilt in die Masse dieses Organs über, sondern unterliegt innerhalb desselben noch einer

---

1) Bronn und Keferstein, Classen und Ordnungen des Thierreichs: Heteropoden.

weiteren feineren dichotomischen Verästelung zwischen den ziemlich grossen kernhaltigen membranlosen sehr leicht zerfliessenden und ihre Gränzcontouren einbüssenden Zellen, welche dieses Organ zusammensetzen. Die letzte Endigung derselben, etwa eine Verbindung mit den der äussersten Schichte angehörigen Zellen habe ich nicht gesehen.

Sinnesorgane an der Rüsselspitze.

Der epitheliale Ueberzug der Rüsselspitze besteht, wie schon Leuckart angiebt, aus einem Cylinderepithel, dessen Dimensionen sehr gegen die sonstige plattenepitheliale Leibesbekleidung abstechen. Die Länge dieser Cylinderepithelien übertrifft die Breite um das 10—12fache. Die stets einschichtigen Epithelien zeigen einen langen ziemlich schmalen Kern, eine mächtige in bekannter Weise gebildete Cuticula und nach der bindegewebigen Grundlage zu eine ziemlich reiche besenartige Ausfaserung. Leider habe ich versäumt das Verhältniss dieser Cylinderepithelien zu den Plattenepithelien der Haut zu untersuchen. Leuckart beschreibt an der Wurzel des Rüssels einen allmäligen Uebergang der einen in die andere. Sehr häufig sind in der Cuticula feine Lücken, aus der eine Menge kurzer glänzender Borsten hervorragen. Es liegen hier zwischen den Cylinderepithelien becherförmige Sinnesorgane, deren Zusammensetzung aus einem Bündel sehr schmaler — höchstwahrscheinlich nervöser — Zellen mir an diesem Object am deutlichsten wurde. Die Abbildungen (Fig. 30, 31) überheben mich einer weiteren Beschreibung dieses interessanten Gewebes.

Fühler von Carinaria.

Carinaria, jedoch nicht Pterotrachea, besitzt zwei dicht vor und unter den Augen entspringende Tentakel. Leider waren dieselben unter allen mir vorgekommenen Exemplaren nur an einem einzigen vollständig erhalten. Dieselben sind ausserordentlich contractil und werden von einem nicht sehr hohen mit einer Cuticula bedeckten Cylinderepithel überzogen. Die ganze Oberfläche derselben ist mit mehr oder weniger spitzen, selbst noch wieder hervorstreckbaren und wieder einzuziehenden Papillen bedeckt, aus deren Spitze stets ein Bündel steifer Borstenhaare hervorsieht (Fig. 32). Der hohe Reichthum derselben zeichnet die Tentakel von Carinaria vor denen aller Gasteropoden aus.

III. Haut der Cephalopoden.

Die Haut der Cephalopoden ist noch wenig genau studirt. Vor H. Müller's Arbeit über die Histiologie der Cephalopoden liegen über den Bau derselben nur ganz gelegentliche und aphoristische Beobachtungen vor, welche bei Gelegenheit des Studiums der so höchst interessanten Einlagerungen, der bekannten Chromatophoren, gemacht wurden. Doch ist H. Müller ganz entschieden als der Schöpfer und Begründer der jetzt allgemein über dieselbe herrschenden Vorstellungen und Ansichten zu betrachten. Seine kurze, klare Darstellung ist überall acceptirt worden.

An allen von mir untersuchten Cephalopoden zeigte die Haut dieselben anatomischen Verhältnisse. Ein Unterschied stellte sich nur insofern heraus, als bei den untersuchten Octopoden (Octopus vulgaris, macropus, Eledone moschata) die Hautoberfläche unregelmässiger, gleichsam etwas warzig erscheint, während die überhaupt dünnere Haut von Loligo und Sepia den Thierkörper ganz glatt überzieht, eine Differenz, die auf der grössern Entwickelung der Hautmuskulatur bei den Octopoden beruht. Sonst giebt der einem Arme von Octopus entnommene Hautdurchschnitt (Fig. 33) auch von den bei den Decapoden vorliegenden Verhältnissen ein richtiges Bild.

Epithelium.

Die erste Schicht (a) bildet nach H. Müller ein zelliges Epithelium und weiter finde ich in der Literatur nichts über dieselbe bemerkt. Sie besteht nach meinen Untersuchungen aus einer einfachen continuirlichen Schichte von grossen Epithelzellen, deren Längsdurchmesser die Breite gewöhnlich um das Doppelte übertrifft. Sie haben eine ziemlich dichte glänzende Cuticula abgesondert. Alle die oben erwähnten Eigenschaften der cuticularen Epithelien, die feine Streifung nach der Cuticula, die besenartige Ausfaserung nach der bindegewebigen Grundlage zu, lassen sich an gerade diesem Object auf das vollkommenste wahrnehmen. (Fig. 34 a, b). Schon bei einer ganz oberflächlichen Untersuchung der Haut im frischen Zustande fallen die in der Epidermis der Cephalopoden sehr reichlich vorhandenen Becherzellen in's Auge und auch an Isolationspräparaten gelingt es leicht dieselben darzustellen (Fig. 34 c, d). Bemerkenswerth ist, dass dieselben nur selten einzeln vorkommen; gewöhnlich stehen mehrere (meistens vier) solcher Zellen zusammen, die dann

durch eine gemeinschaftliche, wenn auch nur sehr feine Oeffnung in der Cuticula ihr Secret ergiessen. Andere zusammengesetztere Drüsen habe ich eben so wenig wie H. Müller aufzufinden vermocht.

Die ganze Haut der Cephalopoden ist mit jenen zerstreuten einzeln stehenden starren Borstenhaaren bedeckt, welche wir schon in der Classe der Gasteropoden als die Träger und Vermittler der Empfindung kennen gelernt haben. Besonders häufig sind sie an den zu den Tastfunctionen so hoch differenzirten Armen, seltener in der Haut, welche den Rumpf bekleidet. Leider stösst, trotz der Pigmentlosigkeit der Epidermis, die Verfolgung dieser Haare in die Epidermis selbst auf grosse Schwierigkeiten und ist mir der Nachweis bestimmter Endzellen nicht gelungen.

Lippe der Octopoden.

An zwei Stellen zeigt die Epidermis der Cephalopoden ein von dem so eben geschilderten etwas abweichendes Verhalten. An der faltigen, wie mit Papillen besetzten s. g. Lippe der Octopoden nimmt der Längendurchmesser der Cylinderepithelien (Fig. 35 a, b), welche hier übrigens alle Eigenthümlichkeiten der cuticularen Epithelien am ausgeprägtesten zeigen, um ein ganz beträchtliches zu. Auch die Cuticula erreicht eine noch bedeutendere Dicke wie sonst und es erinnern die hier gewonnenen Bilder ganz an die Epithelien der oben beschriebenen Rüsselspitze der Heteropoden.

Saugnäpfe.

Die zweite Stelle, wo die typische Structur der Haut der Cephalopoden eine Abweichung erleidet, ist an den Saugnäpfen, wo die Cuticula ganz enorme Dimensionen annimmt. H. Müller und Kölliker[1]), denen sonst die cuticulare Bedeckung des Cephalopodenleibes entgangen zu sein scheint, haben dieselben an diesen Stellen bereits beschrieben und vermag ich ihren Resultaten nichts Neues hinzuzusetzen.

Cutis. Faserschichte.

Unter dem einfachen Epithelium folgt eine rein bindegewebige nerven- und gefässreiche Cutis, an welcher man recht wohl drei

---

1) Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre pag. 68, wo Kölliker sowohl H. Müller's wie eigene Untersuchungen mittheilt.

Schichten unterscheiden kann. In der ersten, dem Epithel unmittelbar anliegenden Schichte nimmt das Bindegewebe, welches sonst bei den Cephalopoden ganz allgemein dem embryonalen Bindegewebe der höheren Wirbelthiere gleicht, einen etwas reiferen, derberen Charakter an. Die Fasern sind feiner und straffer, die theils mit Zellen und Zellresten, theils mit gallertiger Flüssigkeit gefüllten Bindegewebsinterstitien sind seltener und treten ziemlich zurück, während die fibrilläre Substanz bedeutend vermehrt erscheint, so dass diese obere Schichte einen exquisit faserigen Eindruck macht.

Chromatophorenschichte.

Unter dieser Faserschichte folgt dann bei allen Cephalopoden die Chromatophorenschichte, der Sitz des Farbenwechsels, des wunderbarsten Schauspiels vielleicht, welches der Naturforscher am Meere geniessen kann. Es lässt sich dies Phänomen auf die Gestaltveränderung intensiv gefärbter Punkte, welche in dieser Schichte liegen, zurückführen. Dasselbe hat schon lange die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen. Die frühesten Mittheilungen machten San Giovanni[1]) und Carus[2]), doch datirt erst von Rud. Wagner, dem das Verdienst der ersten genauen mikroskopischen Untersuchung gebührt, unsere genauere Kenntniss der schon von San Giovanni als „Chromophoren“ bezeichneten Gebilde. In seiner ersten Mittheilung[3]), die sich auf in Triest an Eledone moschata angestellte Untersuchungen stützt, beschreibt er sehr gut das Farbenspiel, wie es sich unter dem Mikroskop darstellt; er sah bei der Ausdehnung im Mittelpunkt jeder Chromatophore eine runde helle Stelle auftreten. Ueber den feineren Bau derselben erfahren wir jedoch kaum noch etwas mehr, als dass sie aus Pigmentkörnchen bestehen. In seiner zweiten Mittheilung[4]), welche auf 1839 in Nizza erneuten Untersuchungen beruht, deutet er nach den reformatorischen Arbeiten von Schleiden und Schwann die Chromatophoren als grosse isolirte Pigmentzellen und die schon in Triest beobachtete bei der

1) Giornale enciclopedico di Napoli XIII, 9. Auszug in Froriep, Neue Notizen 1823. V. p. 215. Uebersetzung in den Annales des Sciences naturelles 1829. XVI. p. 308. Zweite Mittheilung ebenda p. 315.

2) Icones Sepiarum. Nov. Act. Acad. Caes. Leop. 1824. XII, 1. p. 319.

3) Oken, Isis 1823 p. 159.

4) Archiv für Naturgeschichte 1841. VII, 1. p. 35 und Icones zootomicae 1841. Taf. XXIX, Fig. 8—13.

Expansion auftretende helle Stelle als Kern. Die Ursache dieser Bewegungserscheinungen verlegt er in die Zellmembran, der er eine eigene Contractilität zuschreibt. Ein grosser Fortschritt geschah durch Kölliker[1]), welcher den Grund der Bewegungen in die von ihm entdeckten um die Chromatophoren gelagerten contractilen Fasern[2]) verlegt, wogegen er die Membran der Chromatophoren als wahrscheinlich nicht vorhanden bezeichnet. Auf Rud. Wagner's Veranlassung unternahm darauf Harless[3]) eine genauere mikroskopische Untersuchung derselben bei Loligo. Er bestätigt die Kölliker'sche Entdeckung der contractilen Fasern, die sich an die Membran inseriren, welche nach ihm keineswegs eine Zellmembran, sondern einen aus der Verschmelzung einer Summe einzelner Zellen hervorgegangenen contractilen Sack darstellt. Consequenter Weise wird auch von ihm die Existenz des Kerns in den Chromatophoren bestritten. Brücke[4]), welcher seine Untersuchung an Octopus vulgaris darstellte, vertritt gegen Harless die Einfachheit und Structurlosigkeit der Zellmembran; die von demselben beschriebenen zelligen Elemente erscheinen ihm nur von aussen angelagert. H. Müller[5]) endlich erklärt die Chromatophoren für an jungen Exemplaren stets mit einem deutlichen Kerne versehene Pigmentzellen, um welche Faserzellen radiär angeordnet sind. Diese Auffassung scheint jetzt so ziemlich zur allgemeinen Geltung gelangt zu sein.

Meine ziemlich ausgedehnten Untersuchungen an lebenden und conservirten Exemplaren haben im Ganzen die Definition H. Müllers bestätigt. Sie waren hauptsächlich darauf gerichtet, die Structur der elastischen Membran, an welcher Harless einen complicirteren Bau beschrieben hatte, sowie namentlich die Verbindungsweise der Muskelzellen mit derselben aufzuklären.

Bringt man ein dem noch lebenden Thiere entnommenes Stück Haut unter Zusatz eines Tropfen Seewassers unter das Mikroskop, so dauern gewöhnlich noch mehrere Minuten lang die Bewegungserscheinungen vollkommen ungestört fort und entfalten dem Beob-

---

1) Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden 1844. pag. 71.

2) Schon Rud. Wagner hatte dieselben gesehen, jedoch unrichtig gedeutet. cf. Icones zootomicae. Taf. XXIX. Fig. 12.

3) Archiv für Naturgeschichte 1846. p. 1.

4) Sitzungsberichte d. Wiener Akad. Math. Naturw. Kl. 1852. VIII, p. 196.

5) Zeitschr. für wiss. Zoologie 1853. IV, p. 337.

achter ein Bild von wirklich wunderbarer Pracht. Richtet man seine Aufmerksamkeit längere Zeit auf einen kleinen kugeligen dunkeln Pigmentfleck, so wird man bald sehen, wie derselbe mit ausserordentlicher Schnelligkeit, ja fast momentan, sich in eine unregelmässige sternförmige Figur von dem 10fachen Durchmesser des ursprünglichen verwandelt, eine Zeit lang in diesem Zustande der Expansion beharrt und dann wieder ziemlich schnell, jedoch langsam gegen die erste blitzschnelle Ausdehnung die alte Form annimmt, welche wir als den Zustand der Ruhe bezeichnen wollen.

Innerhalb der Pigmentmasse der Chromatophoren findet man bei der Untersuchung im frischen Zustande an jüngeren Exemplaren und bei den Species, bei denen die Chromatophoren überhaupt keine sehr grossen Dimensionen annehmen (Octopus vulgaris, macropus, Eledone moschata) fast stets einen deutlichen Kern. Wenn derselbe auch nicht immer in der ruhenden Chromatophore deutlich in die Augen fällt, so wird er doch bei der Expansion sichtbar, und zwar wird dies durch Zusatz eines Tropfen Essigsäure noch erleichtert. Auch bei Sepia officinalis und bei Sepiola Rondeletii lassen sich in allen kleineren Chromatophoren, am besten im Expansionszustande grosse und deutliche Kerne nachweisen. Am ungünstigsten für die Demonstration des Kerns ist Loligo vulgaris. an welchem Harless allein seine Untersuchungen anstellte. Die Chromatophoren desselben sind durch ihre enorme Grösse ausgezeichnet. Doch habe ich in kleineren den Kern deutlich gesehen. Es scheinen also bei allen Cephalopoden die Pigmentmassen einzelnen Zellen zu entsprechen oder doch wenigstens aus einzelnen Zellen hervorgegangen zu sein.

Die Farben der Chromatophoren sind nach den einzelnen Species sehr verschieden. Bei Octopus vulgaris und macropus kommen zwei verschiedene Arten vor; die einen sind im ruhenden Zustande schwarz, in der Expansion dunkelbraun, die anderen dunkel-, bei der Expansion hellgelb. Gewöhnlich liegen die beiden verschiedenen Arten in zwei Schichten, die eine über der andern (Fig. 27). Sepia und Sepiola besitzen nur eine einzige Art, die in der Ruhe schwarz, in der Expansion rostfarben erscheint. Die schönsten Farben zeigt vor allen Loligo, bei dem die Chromatophoren auch die grössten Dimensionen erreichen. Die eine Art ist in der Ruhe dunkelbraun, in der Expansion braungelb; die zweite ist in der Ruhe dunkelviolett, ja fast blauschwarz, in der Expansion prachtvoll purpurroth.

Wenn man es nicht selbst gesehen hat, ist es ganz unmöglich, sich eine Vorstellung zu machen von der brennenden Pracht und der wundervollen Transparenz dieser thierischen Pigmente, die wir mit künstlichen Mitteln nur sehr mangelhaft wiederzugeben vermögen.

Der Farbstoff ist an Pigmentkörnchen gebunden, deren Grösse von der bei Hartnack IX, 2 eben noch messbaren bis zur punktförmigen schwankt. Farblose Körnchen kommen in den Chromatophoren nicht vor. Ungefärbt ist nur der Kern. Die intensiv gefärbten Pigmentkörnchen sind in einer Flüssigkeit suspendirt, die ebenfalls einen geringen Theil des Farbstoffs gelöst zu enthalten scheint, da sie stets die Farbe der Pigmentkörner, jedoch um vieles blasser zeigt. Der Contour der Pigmentansammlung ist stets durch eine scharfe Linie begränzt, welche auf das Vorhandensein einer continuirlichen, nach dem Innern der Chromatophore zu glatten und homogenen für Pigmentkörnchen sowohl wie für den in der Flüssigkeit aufgelösten geringen Bruchtheil des Farbstoffs impermeabeln Wand hinweist. Besonders an expandirten Chromatophoren von Loligo, wo die Flüssigkeit hell karminroth gefärbt erscheint, lässt sich dieser scharfe Contour evident wahrnehmen.

Gewöhnlich schon bei der Untersuchung in ganz frischem Zustande bei Seewasserzusatz, noch viel besser aber nach Zusatz eines Tropfen Essigsänre oder kalt concentrirter Oxalsäure sieht man bei allen untersuchten Species um den Rand der ruhenden Chromatophore eine Zeichnung auftreten, welche Harless schon gesehen hat, und welche auf den ersten Blick grosse Aehnlichkeit mit einem Epithel bietet. Es scheint ein Ring von Protoplasma reichen, an ihren Gränzen gegen einander nicht immer sehr deutlich contourirten Zellen, in denen sich meist ein runder oder unregelmässiger Kern nachweisen lässt, die Chromatophore zu umgeben. Nach dem Centrum gegen das Pigment zu erscheint eben durch den oben erwähnten Contour die Gränze haarscharf gezogen, wenn auch oft etwas gezähnelt. Nach der Peripherie zu erscheint die Gränze der Zellen gegen das umliegende Gewebe selten deutlich ausgeprägt, meist verschwommen, wie Fig. 42, eine Chromatophore von Sepia officinalis zeigt. Das umliegende Gewebe ist Bindegewebe von exquisit embryonalem Charakter, welches den Gestaltveränderungen der Chromatophoren freien Spielraum bietet. Gefässe sowie Nervenstämmchen durchziehen dasselbe in reichlicher Menge, vor allem aber sehr zahlreiche einzelne Muskelfasern, die in ihrer Structur alle we-

sentlichen Eigenschaften der Muskelfasern der Mollusken zeigen und welche, in dem lebenden Gewebe sehr schwer oder fast gar nicht sichtbar, nach allen Richtungen hindurchziehen und sich radienartig an die einzelnen Chromatophoren inseriren.

Ich nannte die Gränze der die ruhende Chromatophore umkleidenden Zellenschicht nach der Peripherie zu verschwommen und undeutlich. Lassen wir jetzt das Präparat unter dem Mikroskop allmälig absterben, was wir an dem beständigen Seltenerwerden der Bewegungen der Chromatophoren erkennen, oder lassen wir Essigsäure oder Oxalsäure länger und energischer einwirken, wodurch wir ebenfalls das Absterben beschleunigen, so treten jetzt die Muskelfasern in dem Bindegewebe weit besser hervor, und man erkennt mit Leichtigkeit die radiäre Anordnung derselben um die Chromatophore, in der Art, dass je eine Muskelfaser zwischen zwei Chromatophoren, die oft ein beträchtliches Stück von einander entfernt sein können, ausgespannt ist. Durch diese Anordnung wird es leicht erklärlich, dass nie eine einzelne Chromatophore, sondern stets mehrere zur Zeit in Bewegung gerathen. Bei näherer Untersuchung ergibt sich, wie Fig. 36, welche Loligo vulgaris entnommen ist, zeigt, dass jede Muskelfaser sich in der Art an die Chromatophore inserirt, dass sie continuirlich in eine von den Zellen übergeht, welche den Kranz um die ruhende Chromatophore bilden.

Dies sind die Verhältnisse der ruhenden Chromatophore. Betrachten wir jetzt dieselbe im Zustande der Expansion (Fig. 37, 38), so finden wir statt des kleinen kugelförmigen jetzt einen grossen unregelmässig sternförmigen Pigmentfleck. Geblieben ist der scharfe glatte Contour, der die in der Flüssigkeit suspendirte Pigmentmasse allseitig umgibt und bis auf die äussersten Spitzen der Figur continuirlich sich fortsetzt. Von dem epithelartigen Kranze, der die ruhende Chromatophore umgab, sehen wir nichts mehr. Dagegen sehen wir bei genauerer Betrachtung der Insertionsstellen der Muskeln eine jede Muskelfaser mittelst einer konischen kernhaltigen Anschwellung an der Chromatophore endigen. Zwischen zwei Insertionen, an den Ausbuchtungen der Chromatophoren sehen wir nur einen zweiten, dem die Pigmentmasse umschliessenden parallelen Contour. welcher an den Spitzen und Zacken der Figur, den Insertionsstellen der Muskeln, continuirlich erst auf die dort befindlichen konischen kernhaltigen Anschwellungen und ferner auf die

Muskelfasern selbst sich fortsetzt. Zwischen der Muskelfaser und ihrer konischen Endanschwellung lässt sich am frischen Präparat sowohl wie am conservirten keine Gränze wahrnehmen. Der Uebergang ist ein ganz allmäliger. Die Muskelfaser unterscheidet sich durch nichts von der gewöhnlichen Muskelfaser der Mollusken; sie stellt ein schmales Band bereits vom Protoplasma differenzirter, feinkörniger fibrillärer Substanz dar, während die kernhaltige Anschwellung eine Anhäufung echten Protoplasma's um den Kern zeigt und also wohl als eine Zelle aufgefasst werden muss. Trotzdem aber lässt sich zwischen der fibrillären Substanz der Muskelfaser und dem Protoplasma der Endanschwellung eine Gränze nicht ziehen, beide gehen vielmehr continuirlich in einander über, wie die stark vergrösserte Figur 39 zeigt. Dass aber die Endanschwellung trotzdem etwas von der Muskelfaser verschiedenes darstellt, dafür scheint der Umstand zu sprechen, dass man an ganz frischen Präparaten um die ruhenden Chromatophoren wohl den Zellenring, von den in den Zellenring übergehenden Muskelfasern aber keine Spur sieht; dieselben fallen erst beim Absterben des Gewebes in die Augen.

Bei der Untersuchung an frischen Präparaten bedurfte es für mich einer grossen Ausdauer, um zu einer befriedigenden Anschauung über diese Verhältnisse zu gelangen. Viel leichter gelangt man zum Ziel, wenn man frische Hautstückchen auf einige Tage in Alcohol legt. Die Chromatophore mit ihrem ganzen Muskelfaserapparat lässt sich dann beim Zerzupfen mit feinen Nadeln aus dem umgebenden Bindegewebe herauslösen und so ganz isolirt darstellen. Ja es gelingt mitunter ganz dieselben Präparate noch aus älteren in den Museen in Spiritus aufbewahrten Exemplaren zu gewinnen. Fig. 40 ist von einem schon längere Zeit in Spiritus gelegenen Exemplar von Sepiola Rondeletii, welches ich der Güte des Herrn Prof. Pagenstecher verdanke, entnommen worden. Wie man bei dem Vergleich mit den frischen Präparaten sieht, sind durch die Wirkung des Spiritus die Dimensionen der Muskelfasern sehr verkleinert. Doch waren an allen Insertionsstellen noch die kernhaltigen kegelförmigen Anschwellungen zu erkennen.

Die Uebergänge zwischen den beiden soeben betrachteten Formen der Chromatophoren, dem Ruhezustande und der Expansion, welche wegen der Schnelligkeit des Vorganges sehr schwer zu beobachten sind, erweisen deutlich, dass das, was uns im ruhenden Zustande als Zellenring um die Chromatophore erscheint, den koni-

schen Anschwellungen an den Insertionsstellen der Muskelfasern entspricht. Fig. 41 stellt eine Chromatophore von Loligo im Act der Expansion, Fig. 37, 38 zwei völlig expandirte Chromatophoren desselben Cephalopoden dar. Die Continuität zwischen den einzelnen konischen Anschwellungen an den Insertionsstellen wird durch ein bei Fig. 41 noch etwas breiteres, bei Fig. 37, 38 viel schmäleres Band hergestellt, in welche die konischen Anschwellungen unmittelbar mit ihrer Substanz übergehen und so mit einander verschmelzen. In der Ruhe wird die Membran der Chromatophore durch die konischen Endanschwellungen der Muskelfasern, die an ihrem der Chromatophore zugekehrten Ende mit einander verschmolzen sind, gebildet. Bei der Expansion werden durch den Muskelzug die Endanschwellungen von einander gezogen und die im ruhenden Zustande wahrscheinlich ziemlich starke Verbindungsbrücke zwischen je zwei Muskelinsertionen wird bei der Expansion zu einem sehr schmalen Bande ausgezogen, welches von einer Anschwellung zur andern herüberziehend die Verbindung vermittelt und die Wand gegen das Pigment hin bildet. Beide Zustände, die Ruhe und die Expansion, so verschieden sie auch auf den ersten Blick erscheinen, zeigen doch im wesentlichen dieselben anatomischen Verhältnisse und ihre Unterschiede sind fast nur quantitativer Natur. Wenn in der Ruhe die konischen Insertionsstellen allein die Membran der Chromatophore zu constituiren scheinen, wenn in der Expansion die Chromatophore nur von einem schmalen doppelt contourirten Saum umgeben erscheint, dessen innerer Contour beständig die Gränze gegen das Pigment bildet, dessen äusserer sich jedoch auf die konischen Anschwellungen und die Muskelfasern fortsetzt, so sind das doch im Wesentlichen dieselben Verhältnisse. Stets wird die Wand der Chromatophore durch die verschmolzenen konischen Enden der Muskelfasern gebildet, auch in der Expansion, wo ähnlich wie z. B. in der Retina durch die Verschmelzung der pinselförmig verbreiterten Enden der Müller'schen Fasern die Membrana limitans, eine homogene Haut, zu Stande kommt. Dass die im ruhenden Zustande kurzen und starken Verbindungen in der Expansion zu langen und schmalen Commissuren ausgezogen werden, ist im Grunde der einzige Unterschied zwischen beiden Zuständen.

Wir haben oben gesehen, dass die Pigmentmasse der Chromatophore einen deutlichen grossen Kern besitzt und wir haben daraus geschlossen, dass dieselbe einer Pigmentzelle entspricht oder doch

wenigstens aus einer Zelle hervorgegangen ist. Ob die Pigmentzelle in früheren Stadien, ob sie überhaupt jemals oder noch jetzt in der fertigen Chromatophore eine Membran besessen hat, oder noch besitzt, dürfte sehr schwer zu entscheiden sein. Wir haben bis jetzt die Chromatophoren nur so studirt, wie sie uns erscheinen, wenn wir auf ein flächenhaft ausgebreitetes Stück Haut von oben herabblicken, wo sie uns stets ihren grössten Flächendurchmesser darbieten. An diesen Bildern gelangten wir leicht zu dem Resultat, dass die Wand der Chromatophore aus den kegelförmig oder pinselförmig verbreiterten mit einander untrennbar verschmolzenen Endanschwellungen der Muskelfasern gebildet werde. Eine eigene Membran der Pigmentmasse, die dieselbe umgibt, wie die Zellmembran das Protoplasma, die allen Bewegnngen der Pigmentzelle eng angeschlossen folgt, sahen wir uns anzunehmen nicht genöthigt. Wie aber stellt sich die Sache für die obere und untere Fläche der Chromatophore? Die Muskelfasern sind doch nur ringsum auf den Rand beschränkt; was bildet da die Gränze gegen das Pigment? Es muss dort ebenfalls eine für Pigment impermeable Wand vorhanden sein; und dieselbe existirt in der That, wie man sich sehr leicht an Spiritusexemplaren überzeugen kann, wo man sehr häufig auf der Oberfläche expandirter Chromatophoren Falten und Kniffe sieht, die auf das Vorhandensein einer sehr feinen Haut hindeuten. Es sind hier zwei Möglichkeiten vorhanden. Entweder ist diese feine Haut, an der ich keine weitere Structur wahrzunehmen vermochte, die ursprüngliche Membran der Pigmentzelle. In diesem Falle müssen wir natürlich auch am Rande eine Zellmembran um die Pigmentmasse annehmen, welche dort mit dem von den Endanschwellungen der Muskeln und ihren Verbindungen gebildeten Ringe untrennbar und unwahrnehmbar verschmolzen sein müsste. Oder die Pigmentzelle ist membranlos und die feine Haut auf ihrer Oberfläche ist eine continuirliche Fortsezzung des durch die Verschmelzung der Muskelinsertionen entstaneinen Randtheils, welcher sich, wenn auch sehr verdünnt und verfeinert, von einem Rande zum andern herüberzieht und so nicht blos einen mehr oder minder breiten Ring um den Rand, sondern einen vollkommen geschlossenen Sack um die Pigmentzelle bildet. Ich wage zwischen diesen beiden Annahmen nicht zu entscheiden; sie haben beide gleichviel Wahrscheinlichkeit für sich, und wir werden sehen, dass zur Deutung und Erklärung der Bewegungen der Chromatophoren die eine Annahme so gut genügt wie die andere.

Versuchen wir jetzt an der Hand der gewonnenen anatomischen Thatsachen das Zustandekommen und das Wesen der so höchst merkwürdigen Bewegungserscheinungen der Chromatophoren zu analysiren.

Bei näherer Betrachtung der zunächst in die Augen fallenden Bewegungserscheinungen des Pigments stellt sich bald heraus, dass dasselbe eine nur passive Rolle spielt. Fig. 36—38 stellen dieselbe Chromatophore von Loligo, Fig. 36, im Zustande der Ruhe, Fig. 37, 38 in zwei verschiedenen Expansionszuständen dar. Fig. 37 ist unmittelbar nach dem Act der Expansion gezeichnet. Soeben erst hat die Flächenausdehnung der Chromatophore mit gleichzeitiger Abflachung stattgefunden. Man sieht in der Mitte noch deutlich einen dunklern Hof, die breite Randzone ist an Pigmentkörnern ärmer, doch findet fortwährend eine rapide Körnchenströmung vom Centrum nach der Peripherie statt, bis nach einigen Secunden eine völlig gleichmässige Vertheilung hergestellt ist. Dasselbe, wenn auch nicht so eclatant, beobachtet man in Fig. 38. Aber auch andere ganz entgegengesetzte Verhältnisse kommen vor, die ebenfalls auf die völlige Passivität des Pigments bei diesen Bewegungen hinweisen. Manchmal geht die Expansion und die Abflachung, die Depression im Centrum der Chromatophore so energisch vor sich, dass in der Mitte der sternförmigen Figur ein unregelmässiger pigmentloser Raum entsteht, wo die obere und untere Wand der Chromatophore unmittelbar auf einander zu liegen und einander zu berühren scheinen, während in den peripheren Theilen und Zipfeln der Chromatophore die Pigmentkörnchen noch wie wild durcheinanderwirbeln. Auch bei der Rückkehr in den Zustand der Ruhe spielt das Pigment eine nur passive Rolle.

Die Erklärung der Expansion hat seit der Entdecknng der zu den Chromatophoren gehenden Muskelfasern keine Schwierigkeiten mehr, und kein unbefangener Beobachter, der das Glück hatte, das wunderbare Phänomen einmal in seiner ganzen Pracht zu geniessen, hat in der stets blitzschnell auftretenden Expansion etwas anderes zu sehen vermocht wie die gleichzeitige Innervation, Contraction und Wirkung zahlreicher radiär um die Chromatophore angeordneter Muskelfasern. Schwierigkeiten bot seitdem nur noch die Erklärung, welche Kräfte die expandirte Chromatophore veranlassen möchten, wieder in den Zustand der Ruhe zurückzukehren. Aus dem Umstande, dass bei der Expansion und Anspannung der Insertions-

stellen der Muskeln nie ein Polygon mit geraden Linien, sondern stets mit Bogenlinien zu Stande kommt, hat Harless schon ganz richtig der Wand der Chromatophore Elasticität zugeschrieben und hat eben diese Elasticität für die Ursache erklärt, wesshalb die Chromatophore stets wieder in den ruhenden Zustand zurückkehrt. Auch Brücke hat diese Erklärung adoptirt. Für mich lag immer etwas Missliches darin, einer einfachen, structurlosen und zarten Zellmembran eine so mächtig wirkende Elasticität zuzuschreiben. Diese Schwierigkeit ist jetzt gehoben. Wir verlegen die der Contraction der Radiarmuskelfasern entgegenwirkende elastische Kraft wohl am besten in den die ruhende Chromatophore umgebenden Zellenkranz, dessen im ruhenden Zustande kurze und starke Commissuren bei der Expansion auf das stärkste ausgedehnt werden und bestrebt sind wieder in den alten Zustand der Verkürzung zurückzukehren.

Die oben aufgeworfene Frage, ob die Pigmentzellen der Chromatophoren eine eigene Membran besitzen, oder ob der sie allseitig umgebende elastische Sack einzig und allein von den verschmolzenen und verbreiterten Insertionsenden gebildet wird, lässt sich auch aus den Bewegungserscheinungen nicht entscheiden. Vielmehr dürften beide Annahmen denselben gleich gut genügen. Sollten wir uns der Annahme einer echten Zellmembrann zuneigen, so müssten wir derselben eine nicht unbedeutende Dehnbarkeit zuschreiben.

Ich will noch bemerken, dass schon Harless diesen Zellenring um die ruhende Chromatophore gesehen und gezeichnet hat[1]. Er deutet denselben jedoch als einen Kranz von Falten, die jedesmal dann in der Membran der Chromatophore entstehen sollen, wenn der Farbstoff dieselbe nicht ganz ausfüllt, — eine Deutung, die der von Harless selbst aufgestellten Elasticität der Membran widerspricht. Wir sehen stets den Farbstoff dem inneren scharfen Contour der Chromatophore hart anliegen.

In der Haut einer jungen Sepia officinalis fand ich einmal zwischen den Chromatophoren ziemlich häufig eigenthümliche, rundlich ovale, grobgranulirte Körper (Fig. 43). Ich enthalte mich jeder weiteren Deutung und will nur auf eine Bemerkung H. Müller's hinweisen, wonach in der Chromatophorenschichte »ähnliche Zellengruppen wie die Chromatophoren jedoch ohne Pigment« vorkommen sollen.

---

1) L. c. Fig. 1.

Vielleicht stehen diese Körper zu den H. Müller'schen Pseudo-Chromatophoren in irgend einer Beziehung, vielleicht müssen sie aber auch zu den Gebilden der nächstfolgenden Hautschicht gerechnet werden, zu deren Betrachtung wir uns jetzt wenden.

Flitternschichte.

Unter der Chromatophorenschichte folgt die ebenfalls durch den Charakter ihrer Einlagerungen ausgezeichnete Flitternschicht. in welcher nach der schönen Entdeckung von Brücke der Sitz des weissen metallischen Schimmers und opalisirenden Glanzes, der die Haut der Cephalopoden so sehr auszeichnet und für das Spiel der Chromatophoren erst den rechten Hintergrund hergiebt, zu suchen ist. Bei der Untersuchung im auffallenden Licht reflectiren diese »Flittern«, wie Brücke die Einlagerungen in dieser Hautschicht genannt hat, die lebhaftesten und verschiedensten Farben, deren ausserordentlicher Glanz es sehr wahrscheinlich macht, dass dieselben Interferenzfarben dünner Blättchen sind. Nach Brücke haben noch H. Müller und V. Hensen [1]) dieselben untersucht. H. Müller gebührt das Verdienst der interessanten Entdeckung, dass nicht bloss in der äusseren Haut, sondern überhaupt auch an anderen Stellen des Cephalopodenleibes, z. B. an Umhüllungen von Organen wie am Tintenbeutel diese Flittern vorkommen und auch dort ähnliche optische Erscheinungen hervorrufen. Hensen hat dieselben in der Argentea externa des Cephalopodenauges aufgefunden. Ich habe diese Gebilde in der Haut von Sepia officinalis ziemlich eingehend studirt. Bei der Untersuchung mit durchfallendem Licht sieht man einzelne helle mattglänzende, scharfcontourirte Tafeln, meist von unregelmässig rhombischer Gestalt. Dieselben sind sehr platt, da sie schon bei geringer Abänderung der Einstellung aus dem Gesichtsfelde verschwinden. Sie liegen in dem Bindegewebe ziemlich dicht neben einander, jedoch so, dass immer noch freie Zwischenräume bleiben. Stets schien mir nur eine einfache Schichte derselben vorhanden zu sein. Ihre Substanz zeigt eine ganz eigenthümliche Differenzirung und einen eigenthümlich matten Glanz. Es scheint als ob die ganze Platte wieder aus kleineren Flittern oder Blättchen bestehe. Es ist schwer, durch blosse Beschreibung eine richtige Vorstellung von dem

---

1) Ueber das Auge einiger Cephalopoden. p. 10 des Separatabdruckes. Zeitschrift für wiss. Zoologie 1865. XV. p. 164.

Aussehen zu geben, welches dieselben darbieten. Ich verweise daher auf die Abbildungen (Fig. 44). Fast in allen Plättchen sieht man im Centrum eine helle runde Stelle, welche sich mitunter deutlich als ein Kern zu erkennen giebt, auftreten, so dass auch für mich, trotz der Einwände von Hensen, H. Müller's Ansicht, dass die Flittern aus kernhaltigen Zellen hervorgegangen sind, viel Wahrscheinlichkeit hat. Es würde demnach stets eine dieser rhombischen Flittern einer einzigen Zelle entsprechen, deren Kern in den meisten Fällen noch geblieben, deren Protoplasma aber eine ganz specifische einzig dastehende Differenzirung eingegangen ist. Bei der Betrachtung bei auffallendem Licht ist das Schauspiel der von den Flittern reflectirten Farben wirklich ein ganz ausserordentlich schönes. Doch gelang es mir ebenso wenig wie Brücke, auch nur Andeutungen der complementären Farben bei Untersuchung im durchfallenden Licht wahrzunehmen. Dieselben erschienen mir stets einfach farblos, was Brücke aus der ausserordentlichen Kleinheit und Dünnheit der Flittern erklärt. H. Müller ist hierin glücklicher gewesen. Be Untersuchung im durchfallenden Licht sah er mitunter Färbungen auftreten, welche den bei auffallendem Licht erhaltenen complementär waren.

Unter den bis jetzt betrachteten Schichten der Haut treten dann gröbere Bindegewebs- und Muskelfaserzüge, sowie grössere Gefäss- und Nervenstämme auf, durch welche die Haut der Cephalopoden an die unterliegenden Muskelmassen, jedoch sehr verschiebbar und beweglich, angeheftet ist.

II. Gehörorgan.

Das Gehörorgan stellt innerhalb des Molluskentypus eine besondere Form des Princips der Neuroepithelien dar. Die Nervenendzellen sind hier zur Vermittelung einer ganz specifischen Sensation differenzirt, welche auch dem Typus der Wirbelthiere zukommt, und hier wie dort geschieht die Umsetzung der Schallwellen in die Nerventhätigkeit durch dasselbe Medium, den Otolithen.

Gehörorgan der Gasteropoden.

Das Gehörorgan ist von mir an einer ziemlich grossen Reihe von Species untersucht worden (Neritina fluviatilis, Paludina tentaculata, Succinea amphibia, Ancyclus lacustris, Bulla, Pleurobranchus, Aplysia), am genauesten an Neritina (Fig. 45) und Succinea (Fig. 46).

Da dasselbe jedoch bei allen Species die gleiche wesentliche Zusammensetzung zeigt, so halte ich eine gesonderte Beschreibung der einzelnen Formen für nicht nothwendig und werde die besonderen Eigenthümlichkeiten der einzelnen Species nebenbei erwähnen.

Das Gehörorgan stellt bei allen Gasteropoden eine mit einem Epithel ausgekleidete rundliche Blase dar, welche nach aussen durch eine Schicht eines sehr straffen dem Epithel zur Grundlage dienenden fibrillären Bindegewebes, wie es sonst innerhalb des Molluskentypus zu den Seltenheiten gehört, begränzt wird. Die Höhlung der Gehörblase ist meist rundlich, bei Succinea rundlich polygonal. In der Mitte des mit Flüssigkeit angefüllten Hohlraumes sind die Otolithen suspendirt. Bei Paludina ist nur ein einziger grosser rundlich scheibenförmiger, ganz regelmässig gestalteter Otolith vorhanden, der die meiste Aehnlichkeit — abgesehen von der Grösse — mit dem Otolithen der Heteropoden zeigt, den wir noch besprechen werden. Sonst ist in allen anderen untersuchten Species eine Mehrzahl von Otolithen vorhanden. Dieselben sind dann entweder linsenförmig und zeigen alle ein und dieselbe regelmässige Form — so bei Succinea, Ancyclus und allen untersuchten Opisthobranchiern — oder sie bilden eine Anhäufung, — dies ist allein bei Neritina der Fall — unregelmässig gestalteter grösserer und kleinerer Concretionen, in welcher auch bei schon ganz ausgewachsenen Exemplaren gewöhnlich ein etwas grösserer runder, scharfgezeichneter heller Ring — nach Claparède's Forschungen der embryonale einfache Otolith — hervorscheint. Im lebenden Organ sind die einfachen, wie die zusammengesetzten Otolithen stets in einer eigenthümlich zitternden Bewegung begriffen.

Das Epithel der Hörblase unterliegt je nach der Species zahlreichen Verschiedenheiten. Bei Neritina kleidet eine grosse Anzahl hoher schmaler Cylinder-Zellen die Gehörblase aus. Der Kern derselben liegt am Grunde der Zelle. Nach der freien Fläche zu zeigen alle einen scharfen aber schmalen Conturo, auf welchem eine sehr grosse Anzahl sehr feiner und kurzer wimpernder Haare steht. Nach dem Lumen der Hörblase zu sind kleine grünliche Körner in das Protoplasma der Cylinderzellen eingelagert. Bei Succinea besteht die Wand der Gehörblase aus einigen wenigen, wirklich ganz kolossalen grosskernigen Zellen, in deren Protoplasma ebenfalls einige grünliche glänzende Pigmentkörner oder feine Fetttröpfchen eingesprengt sind. Nach der freien Fläche zu zeigen die Epithelien einen doppelten

Contour und auf demselben gleichfalls zahlreiche feine kurze wimpernde Haare. Aehnlich wie bei Succinea ist das Epithel der untersuchten Opisthobranchier gebildet; nur sind hier die Contouren zwischen den einzelnen Zellen viel undeutlicher und die Zellen selbst auch etwas niedriger. In einzelnen Species sind die wimpernden Haare von einer so enormen Feinheit, dass über ihr Vorhandensein selbst noch bei Vergrösserungen, wie Hartnack VIII, 2, Zweifel sein kann.

Ich stehe nicht an, diese im Gehörorgan der Gasteropoden so durchgängig verbreiteten, mit kurzen feinen Wimperhaaren besetzten Epithelien als die Sinneszellen zu betrachten, obwohl für den Zusammenhang derselben mit Nervenfasern keine einzige positive Beobachtung vorliegt. Zuerst glaubte ich dieselben in der That als indifferente Wimperepithelien betrachten zu müssen, und suchte zwischen denselben versteckt die wahren Endgebide des Hörnerven. Ich bin von dieser Ansicht jetzt zurückgekommen und glaube mich mit Sicherheit wenigstens an Bulla, Succinea und Neritina überzeugt zu haben, dass ausser diesen Zellen keine anderen zelligen Gebilde in der Gehörblase vorkommen.

Adolf Schmidt [1]) hat an Helix, Limax und Physa einen von der Höhle des Gehörorgans ausgehenden hohlen Canal aufgefunden. und ist es ihm bei Physa sogar gelungen, denselben bis auf die äussere Hautoberfläche zu verfolgen. Claparède hat denselben gleichzeitig an den Gehörorganen von Neritina und Pomatias entdeckt. Ich habe ihn an Neritina, welche für den Nachweis desselben entschieden als das günstigste Object anzusehen ist, genauer studirt und auch an Succinea und Bulla denselben nachgewiesen, so dass die Annahme hohe Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass dieser Canal ein allen Gasteropoden zukommendes typisches Gebilde darstellt. Ob bei Neritina und Succinea die denselben auskleidenden Epithelien Flimmerhaare tragen oder nicht, konnte ich nicht entscheiden. Bei Succinea und auch bei Neritina verräth er sein Vorhandensein gewöhnlich auch noch dadurch, dass er einige vereinzelte Otolithen enthält, — vielleicht ein Fingerzeig zur Aufklärung der noch so völlig dunkeln Herkunft und Entwickelungsgeschichte der Otolithen.

Gehörorgan der Pteropoden.

Die einzigen lebenden Pteropoden, welche uns während unseres Aufenthalts in Nizza vorkamen, waren vier Exemplare der zierlichen

1) Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften Bd. VIII, 1856.

Cleodora cuspidata — von den Fischern sehr bezeichnend Mouches de la mer genannt. Ich benutzte dieselben vor allem zum genaueren Studium des Gehörorgans. Dasselbe schliesst sich eng an das der Opisthobranchier an. Die Wand besteht aus grossen Zellen mit grossen Kernen und einigermaassen undeutlichen Contouren. Im Innern der Zellen befinden sich Anhäufungen rostbrauner Pigmentkörnchen. Auf dem freien Saum der Zellen stehen dieselben Wimperhaare, hier jedoch von einer so enormen Feinheit, dass erst die Anwendung von Hartnack's Linse XV à l'immersion ihr Vorhandensein ganz sicher stellte. Bei der Durchmusterung mittelst dieser Linse habe ich mich sicher davon überzeugt, dass zwischen diesen Zellen anders beschaffene zellige Gebilde nicht vorkommen. Auf das Vorhandensein des bei den Gasteropoden nachgewiesenen Kanals habe ich bei der Untersuchung leider nicht geachtet, und ist mir daher derselbe wahrscheinlich entgangen. Die Otolithen stellen eine ansehnliche Masse regelmässiger Krystalle dar, genau von derselben linsenartigen Form wie bei den Opisthobranchiern und Succinea.

Gehörorgan der Heteropoden.

Das höchst interessante Gehörorgan der Heteropoden wurde zuerst von Souleyet entdeckt und als solches gedeutet. Nach ihm hat Krohn dasselbe genauer untersucht. Doch datirt unsere histiologische Kenntniss desselben erst von jener kleinen von uns schon einmal citirten für die Histiologie der Heteropoden Bahn brechenden Arbeit Leydig's [1]). Den von Leydig gewonnenen Resultaten haben die späteren Untersucher Leuckart, Gegenbaur und Keferstein Nichts wesentlich neues hinzuzufügen vermocht.

Ich habe das Gehörorgan sowohl am Carinaria wie am Pterotrachea coronata und mutica sehr eingehend untersucht. Bei allen 3 Species zeigt dasselbe eine genau übereinstimmende Structur. Hinter jedem Auge liegt bei den Heteropoden ein schon mit blossem Auge sichtbares, sehr glänzendes etwa 0,‴1 grosses Bläschen, welches durch einen langen Gehörnerven mit dem Centralorgan in Verbindung steht. Dasselbe stellt eine fast mathematisch richtige Kugel dar, und erscheint im Querschnitt daher stets als Kreis. (Fig. 47.) In der Mitte befindet sich ein einziger, runder grosser Otolith, dessen Durchmesser fast genau halb so gross ist wie der Durchmesser des

---

1) Zeitschrift f. wiss. Zoologie III, 325.

ganzen Gehörbläschens. Derselbe besitzt eine gelbliche Farbe und zeigt einen ganz regelmässigen sowohl concentrisch geschichteten wie radiös streifigen Bau. Dicht um den Mittelpunkt verlaufen stets in geringen Abständen 2 — 3 stärker markirte concentrische Ringe.

Die Wand des Gehörbläschens zeigt bei Untersuchung im frischen Zustande Andeutungen einer Zusammensetzung aus Epithelien, Kerne und an einzelnen Stellen mehr oder minder deutliche Zellcontouren. Was aber vor allem auffällt, sind in der Wand der Gehörblase vorkommende etwas, aber lange nicht so stark wie Leydig angiebt, in das Lumen derselben papillenartig hineinragende scharf begränzte glänzende runde körnige Massen, eigenthümliche Polster, von denen aus ein Bündel von etwa 10 — 15 starken, glänzenden starren Borstenhaaren entspringt. Die Länge derselben ist gleich dem halben Radius des Gehörbläschens, sodass dieselben senkrecht auf der Wand der Gehörblase stehend, den Otolithen, dessen Radius gleichfalls halb so lang ist wie der der Blase, berühren können. Die Borstenhaare selbst sind starr und gerade, in ihrer unteren Hälfte von ziemlich beträchtlicher Dicke, nach dem freien Ende zu jedoch sehr verdünnt. Von Leydig an bezeichnen alle Autoren diese Haare als Wimpern oder Cilien, eine Bezeichnung, die ich gänzlich verbannt wissen möchte, da, wie sowohl die Erforschung der feineren Anatomie derselben als auch eine genaue Beobachtung der Bewegungserscheinungen im Leben lehrt, dieselben von den gewöhnlich als Cilien oder Wimpern bezeichneten Gebilden etwas durchaus verschiedenes darstellen.

Ich stehe nicht an, die Beobachtung dieser Bewegungserscheinungen für eine der merkwürdigsten und interessantesten Schauspiele, welche man durch das Ocular eines Mikroskops sehen kann, zu erklären. Ich habe verhältnissmässig viele Zeit und Mühe auf das Studium dieses in seiner Art einzigen Phänomens verwandt und wurde nicht müde dasselbe an Dutzenden von frischen Gehörorganen immer und immer wieder zu beobachten. Die mir von Max Schultze angegebene Untersuchungsmethode bestand darin, aus dem Kopfe des lebenden, vollkommen frisch und munter sich bewegenden Thieres, — am liebsten wurde die kleine Pterotrachea mutica hierzu gewählt — mit 2 parallelen Schnitten eines Rasirmessers eine etwa $^1/_4'''$ dicke grössere Scheibe herauszuschneiden, welche nicht nur die Gehörorgane sondern auch das ganze deutlich durch das glashelle Bindegewebe hindurchschimmernde Centralnervensystem, beide in situ und

noch ganz in das umgebende Gewebe eingehüllt, enthielt, und dieselbe ohne Deckglas unter Zusatz einiger Tropfen des von der Schnittfläche reichlich abfliessenden Serums bei der Vergrösserung von Hartnack VII, 3, zu untersuchen.

Für gewöhnlich liegen die Bündel der Borsthaare hart der Wand der Gehörblase an, so wie ich es bei a von einem Bündel gezeichnet habe. Fast der ganze Raum zwischen Wand und Otolith ist frei. Der Otolith liegt genau in der Mitte und scheint zu ruhen. Auch verändert er seine Lage und sein Verhältniss zu den Wänden der Gehörblase in der That nicht, und nur bei ganz aufmerksamer Untersuchung nimmt man wahr, dass derselbe sich continuirlich in einer nicht sehr schnellen rotirenden Bewegung befindet, sich fortwährend langsam und wenig zitternd um seine mit der Axe des Mikroskops parallele Axe dreht.

Dieses Bild und dieser Zustand, den ich als den Zustand der Ruhe bezeichnen will, bleibt jedoch nicht lange derselbe. Stets tritt nach einigen Secunden eine merkwürdige Veränderung ein. Wie mit einem Schlage fährt in sämmtliche an der Wand gelegene Borstenbündel eine plötzliche Bewegung, wie auf ein Commandowort richten sich sämmtliche Büschel starr auf. Bis vor Kurzem ruhend und bewegungslos erheben sich gleichzeitig alle Büschel blitzschnell von der Wand und haben im Nu die bei b gezeichnete Stellung eingenommen. Sie stehen jetzt alle aufrecht auf der Wand der Gehörblase und ihre äussersten Spitzen scheinen fast den Otolithen zu berühren. Die Haare selbst zeigen dabei keinerlei active Bewegung, sie bleiben starr und nur das mitunter peitschenförmig verdünnte freie Ende scheint bei diesem Vorgange etwas zu schwingen. Doch ist dies sicher mehr eine passive wie active Bewegung. So blitzschnell dieses Aufrichten der Haare vor sich geht, so machen die Haare bei dieser Bewegung selbst doch ganz entschieden den Eindruck des Bewegten, nicht des Bewegenden. Letzteres scheint vielmehr von dem körnigen Polster, auf dem die Haare stehen, auszugehen und dort seinen Sitz zu haben. Die Bewegung macht ganz den Eindruck, als wenn die Haare mit dem Polster durch ein bewegliches Gelenk oder Charnier, welches Excursionen von gerade 90 Graden gestattet, verbunden wären, in welchem Falle die bewegende Kraft von dem bewegten Theile aus nicht diesseits sondern jenseits des Gelenks zu suchen ist.

Nachdem die Borstenbündel 2 — 3 Secunden in dieser auf-

rechten Stellung verharrt, kehren sie ebenso plötzlich in den ersten Zustand, den wir den Zustand der Ruhe genannt haben, zurück, um nach Verlauf einiger Secunden dieselbe Bewegungsweise wieder durchzumachen.

So lange das Präparat noch ganz frisch ist, wiederholen sich diese Erscheinungen in derselben regelmässigen Reihenfolge; der Zustand der Ruhe dauert gewöhnlich 4 — 5 Secunden. Fast ausnahmlos zeigen die einzelnen Büschel eine ganz einheitliche Bewegung. Die Zusammengehörigkeit aller zu einem Bündel vereinigten Haare bleibt stets sowohl im Zustande der Ruhe wie in der aufrechten Stellung gewahrt. Erst später — und glaube ich daher diese Erscheinungen als Absterbungsphänomen deuten zu müssen — theilen sich die Bündel in — gewöhnlich zwei — kleinere Büschel. Sowohl im Zustand der Ruhe wie in der aufrechten Stellung, scheinen von einem Polster zwei selbstständige Büschel auszugehen, deren Bewegungen allerdings noch gleichzeitig, aber nach verschiedenen Richtungen hin erfolgen. Diese Bilder — wie bei c — sind die häufigsten, welche man zu sehen bekommt. Sie finden sich in allen bereits abgestorbenen oder absterbenden isolirt untersuchten Gehörorganen, während sie zwar auch schon in ganz frischen nach der oben erwähnten Methode untersuchten Gehörblasen jedoch nur sehr selten vorkommen.

So weit die Bewegungserscheinungen.

Wenden wir uns jetzt dazu, die histiologische Zusammensetzung der Gehörkapsel näher festzustellen. Die Untersuchung im frischen Zustande ergiebt hier nur ganz ungenügende Resultate. Um die Structur der Gehörblase aufzuklären, muss man nothwendig zu Reagentien greifen und da habe ich von zweien eine ganz besonders gute Wirkung erprobt, von der Osmiumsäure und dem Kali bichromicum.

Untersucht man eine etwa zwei Stunden in einprocentiger Ueberosmiumsäure gelegene Gehörkapsel, so sieht man ganz deutlich die Contouren eines niedrigen kernhaltigen Epithels, welches etwa $^5/_6$ der inneren Oberfläche der Hohlkugel, welche die Gehörblase darstellt, überkleidet. Das übrige Sechstel besitzt ebenfalls einen Epithelialüberzug, dessen eigenthümliches Verhalten erst später beschrieben werden soll. Von dem den bei weitem grössten Theil der Gehörkapsel auskleidenden Epithel gibt Fig. 48 ein treues Bild. Die Contouren der einzelnen Epithelzellen sind gerade hier ganz ausserordentlich deutlich, wie sie sonst nur selten erscheinen. Doch wird

man auch an allen Stellen einer mit Osmium behandelten Gehörkapsel über das wirkliche Vorhandensein von Epithelzellen und die Natur derselben nie in Zweifel sein können. Diese gewöhnlichen Epithelzellen erscheinen ganz indifferent und haben Nichts besonderes, was uns veranlassen könnte, dieselben als Sinneszellen zu deuten. Dagegen kommen zwischen diesen Epithelien sehr merkwürdige Zellen vor, echte Neuroepithelien, die einzigen, an denen es mir überhaupt gelungen ist, den directen Zusammenhang mit Nervenfibrillen — nicht etwa an Isolationspräparaten sondern in situ — zu demonstriren. Dieselben (Fig. 49) sind ebenfalls platt aber um vieles grösser wie die niedrigen und kleinen Epithelzellen. Sie sind sternförmig, von dem ziemlich mächtigen Zellenleibe gehen durch allmälige Verschmälerung 5 — 6 stumpfe Fortsätze ab, welche wie ich mit Sicherheit sagen zu dürfen glaube, ohne weitere Verbindungen einzugehen, frei zugespitzt aufhören. Stets ist jedoch einer dieser Fortsätze durch ein besonderes Verhalten — wie der Axencylinderfortsatz einer Ganglienzelle gegenüber den anderen Fortsätzen — vor den übrigen ausgezeichnet. Entweder ganz scharf abgesetzt vom Zellenleibe oder aus der allmäligen Verschmälerung eines wie es scheint gewöhnlichen Fortsatzes geht eine äusserst feine dunkle glänzende fast variköse gerade Faser hervor, deren directen Ursprung aus den Hörnerven, wie ich später zeigen werde, mit Sicherheit nachzuweisen gelang. Das Protoplasma dieser Zellen ist sehr blass und feinkörnig, stets besitzen sie einen ovalen Kern mit mehreren Kernkörperchen. Neben dem Kern findet sich stets eine runde dunkle körnige Masse, das schon erwähnte »Polster«, von welchem das Büschel der Borstenhaare, welche also echte Hörhaare darstellen, ausgeht. Derartige sternförmige Nervenzellen sind an grossen Exemplaren von Carinaria uud Pterotrachea coronata bis zu 24 vorhanden. In den Gehörbläschen der kleinen Pterotrachea mutica zählte ich bis 15.

Zu der Gehörblase tritt ein sehr langer Gehörnerv. Derselbe ist, wie die Nerven der Mollusken überhaupt, ein fibrillärer Strang. Es ist mir wahrscheinlich, dass eine eigene bindegewebige Umhüllung, eine Art Schwann'scher Scheide denselben einschliesst, dass eine Schicht Bindegewebes mit endothelialem Character zwischen der Nervenmasse und dem dieselbe umgebenden gallertigen Bindegewebe liegt. Einige Male glaube ich an den Nerven-Kerne wahrgenommen zu haben.

Mit der Gehörblase tritt derselbe auf folgende Weise in Ver-

bindung. Ehe er an dieselbe herantritt, bildet er stets eine Einschnürung, nie eine ganglionäre Anschwellung (Keferstein). Er tritt an der Stelle, wo er sich an die Hörblase inserirt, bis dicht unter das Epithel. Hier löst sich der Nerv in seine letzten und feinsten Fibrillen auf, welche von diesem Punkte aus, wie an einem Globus vom Pol aus die Meridiane, alle in einer Richtung über die ganze Wand der Gehörblase ausstrahlen. Diese letzten und feinsten eigenthümlich dunkel glänzenden Fibrillen sind es eben, welche sich mit den sternförmigen Polsterzellen, wie ich einige Male an Osmiumpräparaten mit ausserordentlicher Evidenz zu sehen Gelegenheit hatte, in Verbindung setzen.

Bekanntlich ist es eine noch nicht ganz mit wünschenswerther Sicherheit entschiedene Frage, in welchem Verhältniss der Kern der nervösen Zellen zu den von denselben abgehenden Nervenfasern steht. Es dürften diese Polsterzellen vielleicht einen, wenn auch nur geringfügigen Beitrag zur Beleuchtung dieser Frage abgeben. Verbindungen der eintretenden nervösen Faser mit dem Kern habe ich nie gesehen und ebenso fehlen Verbindungen von dem Kern nach dem eigentlichen Ort der specifischen Zellenthätigkeit, nach dem körnigen Polster, auf welchem die Borstenhaare stehen. Oft liegt dieses Polster gerade zwischen der Eintrittsstelle der Nervenfaser und dem Zellkern.

Fast noch besser, wie an Osmiumpräparaten, lassen sich diese Verhältnisse an Gehörorganen, welche 24 Stunden in Kali bichromicum von 1°/₀ gelegen haben, nachweisen. Der Otolith ist dann aufgelöst und die Zellcontouren, sowie die Auflösung der Nerven in seine letzten und feinsten Fibrillen an der Eintrittsstelle treten dann ganz vortrefflich hervor. Die Angaben der Autoren von einem Auflösen der Nerven in eine feinpulverige Substanz sind positiv unrichtig. Es kann allerdings bei diesem so höchst zarten Object die Untersuchung im frischen Zustande allein nie zum Ziele führen. Dagegen muss ich mich mit den Angaben meiner Vorgänger in Bezug auf die bindegewebige Grundlage der Gehörblase, welche dieselben alle als eine Fortsetzung der Scheide des Nerven auffassen, einverstanden erklären. Mit dem umgebenden gallertigen Bindegewebe geht die Gehörblase keinen irgendwie innigen Zusammenhang und keine Beziehungen ein, lässt sich vielmehr ganz glatt aus demselben herauslösen und isoliren. Auch treten nach der Behandlung mit Kali bichromicum auf der äusseren Wand der Gehörblase Falten, Kerne und Fasern hervor, welche weder zu den Epithelien, noch zu

der Verästelung des Nerven gehören, also wohl am besten einer Ausbreitung der Nervenscheide zuzuschreiben sind.

Ein Theil der Gekörblase, etwa $^1/_6$ der Oberfläche und zwar gerade die Gegend um den der Eintrittsstelle des Hörnerven entgegengesetzten Pol d trägt statt des niedrigen Plattenepithels mit eingestreuten sternförmigen Zellen ein Cylinderepithel, welches an dem Rande dieser umschriebenen runden Stelle durch Vermittelungsformen in das gewöhnliche niedere Plattenepithel übergeht, ganz wie im Ei der verdickte Fruchthof in die gewöhnliche Wand der Keimblase. Wie ich mich mit Gewissheit überzeugt zu haben glaube, ist das Cylinderepithel kein Wimperepithel. Die Cylinderzellen sind sehr leicht veränderlich; im frischen Zustande sind wegen der dichten Anhäufung die einzelnen Epithelien schwer zu erkennen und durch die Behandlung mit Reagentien erscheinen sie sehr leicht desorganisirt und geschrumpft. In einzelnen Fällen glaube ich grössere steifere Haare auf der Oberfläche einzelner derselben wahrgenommen zu haben; leider habe ich damals versäumt das Präparat zu zeichnen. Wimperung habe ich auf der freien Fläche im Leben nie beobachten können.

Diese Stelle halte ich ganz entschieden für eine zweite in derselben Gehörblase neben der ersterwähnten in den Polsterzellen vorhandene Art der Nervenendigung, eine Crista oder Macula acustica. Die dem objectiven Thatbestand entnommenen Anhaltspunkte dafür sind leider, wie wir gesehen haben, nur dürftig. Dagegen ist es noch ein anderer Umstand, der mir sehr gewichtig dafür zu sprechen scheint. Die Anzahl der Fibrillen, welche von der Eintrittsstelle des Nerven dem gegenüberliegenden Pole zustreben, ist eine sehr grosse und übertrifft um vieles die Zahl der sternförmigen Nervenzellen, mit denen sich stets nur eine einzige Fibrille in Verbindung setzt. Ja sogar noch auf der Fläche der kugeligen Gehörblase kommen nicht seltene dichotomische Theilungen der Nervenfibrillen vor, und die Anzahl der nervösen Fasern, welche noch nicht in den sternförmigen Polsterzellen ihr Ende gefunden haben, ist dicht beim Beginn der Macula acustica noch eine sehr grosse. Diese Nervenfasern postuliren Endgebilde und als solche können nur die Cylinderepithelien dienen.

In den Classen der Gasteropoden und der Cephalopoden sind Canäle nachgewiesen, welche die Verbindung zwischen dem Cavum der Gehörblase und der Aussenwelt herstellen. Im Gehörorgan der

Heteropoden habe ich dergleichen nie gesehen, wage aber trotzdem das Vorhandensein derselben nicht mit voller Bestimmtheit zu leugnen. Denn ich hatte, während ich diese Untersuchungen am Mittelmeer anstellte, diesen Gesichtspunct noch nicht gewonnen und es wäre zwar auffällig, aber keineswegs unmöglich, wenn mir ein Verbindungscanal, eben weil ich nicht danach suchte, entgangen wäre.

Gehörorgan der Cephalopoden.

Das Gehörorgan der Cephalopoden hat verhältnissmässig erst in der allerneuesten Zeit ein eingehenderes Studium erfahren. Owsjannikow und Kowalevsky[1]) haben demselben eine ganz treffliche Untersuchung gewidmet, zu deren Resultaten ich nur wenig hinzuzufügen vermag. In den beiden Hauptclassen der der Forschung zunächst zugänglichen Dibranchiaten, den Octopoden und den Decapoden, zeigt sich in Bezug auf die Anatomie dieses Organs ein ganz durchgreifender Unterschied, der eine besondere Behandlung desselben für diese beiden Classen gebietet. Doch gehen die Differenzen nicht so weit, dass nicht jede im Gehörorgan der Octopoden vorhandene wichtige Eigenthümlichkeit auch in der Classe der Decapoden ihre homologe Vertretung findet. Beiden Classen gemeinsam ist der Sitz und die Lage dieses Organs. In der Masse des Kopfknorpels liegen bei Octopus sowohl wie bei Sepia bilateral symmetrisch zwei durch eine nur sehr schmale Scheidewand getrennte Höhlungen, welche durch einen Gang höchstwahrscheinlich in offener Verbindung mit der Aussenwelt stehen. Nach Kölliker[2]), dem Entdecker desselben, ist derselbe von den beiden russischen Forschern sowohl wie von mir gesehen und von der Höhlung, dem Sitz des Gehörorgans aus eine Strecke weit verfolgt worden. Die äussere Mündung dieses Canals aufzufinden ist jedoch bis jetzt noch Niemand gelungen.

Bei den Octopoden — ich untersuchte sowohl Octopus macropus wie vulgaris — ist die bei grossen Exemplaren den Durchmesser einer kleinen Erbse erreichende Höhlung, in welcher die Endigungen des Hörnerven liegen, einfach kugelig. Die knorpeligen Wandungen sind völlig glatt und zeigen keine weiteren Vorsprünge

1) Ueber das Centralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden. Mémoires de l'Akademie Imperiale de St. Petersbourg VII. Serie Tome XI. Nr. 3. 1867.

2) Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden 1844, p. 105.

und Unregelmässigkeiten. Die Höhlung ist mit Flüssigkeit angefüllt. Schneidet man sie an, so scheint in derselben ein feines Häutchen zu flottiren, an welchem der weisse Otolith befestigt zu sein scheint. Mit einer feinen Pincette herausgeholt, erweist sich dies feine Häutchen als eine geschlossene in der Knorpelhöhle flottirende Blase, welche nur durch sehr lockere Verbindungen, einige zarte aus dem gefässhaltigen Knorpel stammende Gefässe, den Hörnerven, der aus dem unteren Schlundganglion stammt, die an dieser Stelle gerade sehr dünne knorpelige Scheidewand zwischen Höhle des Centralorgans und Gehörorgans durchbohrt und weiter an das feine Bläschen geht, und endlich durch einen feinen flimmernden Canal, welcher ebenfalls den Knorpelschädel durchbohrt, um wahrscheinlich auf der Hautoberfläche auszumünden, an die knorpelige Wand der Höhlung befestigt ist.

Von grossem Vortheil für die Untersuchung war es mir, die aus dem absolut frischen Thier — diese Nervenendigungen sind ganz besonders zart und vertragen nicht die geringste Maceration — entnommene feine Blase auf höchstens eine halbe Stunde in Osmium von etwa $^1/_4$ % zu legen und dann erst mit der Untersuchung fortzufahren.

Nach dieser Behandlung sieht man deutlich, wie die ganze Blase von einem reichlichen aber feinen Capillarnetz umsponnen ist. Die eigentliche bindegewebige Grundlage ist sehr zart, es sind nur spärliche Bindegewebsfasern und Zellenreste vorhanden. Die Innenwand der Blase ist mit einem sehr feinen und zarten niedrigen einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet.

Vier Stellen erscheinen in der Wand der Hörblase, denn wir haben in der That in diesem Bläschen die letzten Ausbreitungen des Hörnerven vor uns, besonders ausgezeichnet, mehr noch wie im frischen Zustande an den Präparaten, welche kurze Zeit mit Osmium behandelt worden waren. Zwei derselben sind nervös, die Endorgane des Acusticus, während die beiden andern mit der Ausbreitung des Hörnerven nichts zu schaffen haben. In Bezug auf die Topographie und gegenseitige Lage dieser Stellen verweise ich auf Owsjannikow und Kowalevsky, die derselben eine erschöpfende Darstellung gewidmet haben.

Wenden wir uns zuerst zur Betrachtung der Endausbreitungen des Hörnerven. Es sind in dem Gehörbläschen der Cephalopoden zwei verschiedene Endorgane vorhanden. Der Nervus acusticus tritt

an die Wand des Gehörbläschens heran und zerfällt in zwei Aeste, den N. laminae acusticae und den N. cristae acusticae, von denen der erste in der Gehörplatte, der zweite in der Gehörleiste endigt.

Die Gehörplatte oder Gehörscheibe hat eine fast genaue elliptische Form. Sie stellt eine umschriebene Stelle in der Wand des Gehörbläschens dar, deren Epithel sich scharf gegen das zarte und niedrige die übrige Wand der Blase auskleidende Epithel absetzt. Durch Zerzupfen mit feinen Nadeln unter dem einfachen Mikroskop lässt sich dieselbe sehr leicht aus der Wand der Gehörblase isoliren. Fig. 50 stellt ein derartiges Isolationspräparat bei schwacher Vergrösserung gesehen dar. Dasselbe ist nicht von der freien, sondern von der unteren Fläche gesehen und man sieht sehr schön die epitheliale Zusammensetzung derselben sowie die Auflösung des N. laminae acusticae in seinen feinsten Fibrillen, welche sich in die Substanz der Hörscheibe verlieren. Ein auf der unteren Fläche ausserdem noch vorhandenes sehr reiches Capillarnetz nebst spärlicher bindegewebiger Grundsubstanz ist nicht gezeichnet, um die Verhältnisse der Nervenausbreitung nicht zu verwirren. Das Epithel der Hörscheibe kann nur bei ganz starker Vergrösserung studirt werden. Die ganze Scheibe ist aus ziemlich hohen Cylinderepithelien zusammengesetzt, deren sich hier zwei verschiedene Formen vorfinden. Die erstere, von geringerem Durchmesser, stellt durch nichts besonderes ausgezeichnete einkernige Cylinderepithelien dar. Die zweite Form zeigt zwar dieselbe Höhe, jedoch einen Breitendurchmesser, welcher den der ersten Art um das Mehrfache übertrifft. Von der Fläche gesehen, erscheint das Mosaik der Zellen in den mehr peripheren Theilen der Scheibe so wie Fig. 51 es zeigt. Je näher man der Mitte der Gehörplatte kommt, desto mehr nehmen die grossen Zellen überhand und die kleinere Form tritt sehr zurück, so dass das Centrum fast ganz aus den grossen Zellen zusammengesetzt erscheint. Profilansichten dieser Zellen verschafft man sich am besten, indem man eine ganz frische isolirte Gehörscheibe in Humor aqueus des Cephalopodenauges zerzupft (Fig. 52). Der der freien Fläche zugekehrte Saum ist doppelt contourirt und ziemlich stark glänzend; er trägt auf der freien Fläche eine sehr grosse Anzahl sehr feiner und kurzer Haare, an denen ich jedoch nie, ebenso wenig wie die beiden russischen Forscher, Wimperung beobachten konnte. Der Kern dieser Zellen ist gross und liegt ziemlich weit von dem freien Saume entfernt. Das Protoplasma ist

grobkörnig und sehr vergänglich. Dio Zellen zerfliessen bei der gelindesten Maceration. Von der freien Fläche geht bis zum Kern herunter eine sehr charakteristisch aussehende parallele Streifung des Zellprotoplasma, welches hier wie in Körnerreihen angeordnet erscheint. O. und K. deuten diese Streifung als die von echten Flimmerepithelien bekannte Fortsetzung der Wimperhaare in das Zellprotoplasma, — wie mir scheint, mit Unrecht, da die Anzahl der feinen Härchen die der Protoplasmastreifen um das mehrfache übersteigt.

Ueber das centrale nach der Nervenverästelung zu gelegene Ende der Zellen und das Verhältniss der Zellen zu den Nervenfasern haben meine Untersuchungen Thatsächliches nicht ergeben. O. und K. haben den Zusammenhang derselben mit Nervenfasern direct beobachtet. Mir ist dies bei der Untersuchung im ganz frischen Zustande und bei Behandlung mit Osmium nicht gelungen. Vielleicht dass O. und K. ihre Resultate der Anwendung der bekannten dünnen Chromsäure-Lösungen verdanken, deren ich mich nicht bediente. Ich habe bei der hohen Vergänglichkeit des Protoplasma dieser Zellen kaum deutliche Bilder von dem basalen Ende derselben erhalten. Trotzdem stehe ich nicht an, mich ganz der Ansicht von O. und K., welche diese Zellen für die nervösen Endgebilde des N. acusticus halten, anzuschliessen. Ihr ausschliessliches Vorhandensein in der Mitte der Gehörscheibe, die so völlig indifferente und uncharakteristische Beschaffenheit der kleineren nach dem Rande der Scheibe zu häufiger werdenden Zellen, machen auch mir, selbst wenn die directe Beobachtung der beiden russischen Forscher nicht vorläge, die Deutung derselben als der alleinigen Endgebilde des Hörnerven sehr wahrscheinlich.

Auf der Hörscheibe sitzt der schon mit blossem Auge sichtbare weisse Otolith. Derselbe stellt einen schiefen Kegel mit etwas gebogener Spitze dar. Die ovale Basis sitzt auf der Gehörscheibe auf und deckt dieselbe völlig. Obwohl er bei allen untersuchten Individuen stets die gleiche Form zeigt, stellt er doch keine einheitliche Krystallbildung, sondern nur ein mehr oder weniger lokkeres Aggregat einer Anzahl ausserordentlich kleiner prismatischer Krystalle dar, von denen eine ganze Schichte beim Entfernen des Otolithen auf der Gehörscheibe zurückbleibt.

Das zweite in der Hörblase der Octopoden enthaltene Nervenorgan ist die von O. und K. so genannte Hörleiste (crista acustica).

Der Name ist sehr passend gewählt: durch eine ziemlich lange Strecke zieht sich auf der inneren Oberfläche der Gehörblase eine aus physiologisch und morphologisch differenzirten ziemlich hohen Cylinderepithelien bestehende Leiste hin, welche zu beiden Seiten sich wie ein Dach von der Firste allmälig abflacht und in das gewöhnliche niedrige die Wand der Gehörblase auskleidende Plattenepithel übergeht. Von oben gesehen (Fig. 53) imponiren besonders die in der Mitte gelegenen grossen regelmässig in zwei Längsreihen angeordneten Zellen. Zu beiden Seiten der First der Crista vermitteln kleinere Zellen den Uebergang in das gewöhnliche Plattenepithel der Hörblase. In den Zellen erscheinen, von oben gesehen, besonders nach Behandlung mit Osmium ziemlich zahlreiche höchst eigenthümliche Punkte, zu gross, um als Protoplasmakörnchen gedeutet zu werden. Wie man sich an Durchschnittsansichten (Fig. 54) leicht überzeugt, rühren dieselben von einer ganz gleichen Differenzirung des Zellprotoplasma her, wie wir sie in den grossen Cylinderzellen der Gehörscheibe kennen lernten. Sie sind der Ausdruck gröberer das Protoplasma durchsetzender Parallelstreifen, welche von oben herab gesehen natürlich punktförmig erscheinen müssen. Auch die feinen zahlreichen auf dem glänzenden freien Saum der Cylinderzellen stehenden Haare, an denen ich ebensowenig wie an der Hörscheibe eine Flimmerung wahrzunehmen vermochte, fehlen hier nicht. Ausser den grossen die Mitte der Crista bildenden in zwei Reihen angeordneten Zellen zeigen auch noch die nächsten zu beiden Seiten derselben angeordneten Zellen eine gleiche Beschaffenheit, wenn sie auch kleiner und niedriger sind, wie die mittelsten. Erst gegen den Fuss der Hörleiste hin hören die Häärchen tragenden Cylinderzellen auf und gewöhnliche allmälig niedrig werdende Cylinderepithelien treten an ihre Stelle. Der als N. cristae acusticae bezeichnete Nerv verläuft auf der Aussenseite der Hörblase parallel mit der Axe der Crista. In Bezug auf die letzte Endigung bin ich hier ebenso wenig glücklich gewesen wie an der Hörscheibe.

Ausser diesen beiden nervösen Endapparaten fallen innerhalb des Hörbläschens noch zwei Organe auf: der flimmernde Kanal und die von O. und K. so genannte bindegewebige Wulst. Ersteres besitzt ein sehr feines Lumen und besteht aus sehr hohen und zarten mit sehr langen und sehr lebhaft schwingenden Cilien besetzten Cylinderepithelien. Er mündet frei in das Lumen der Hörblase und zieht sich ein Stück lang auf der äusseren Wand der-

selben fort, wo er regelmässig eine, wenn auch nur kleine ekstatische Erweiterung zeigt. Die Mündung in die Hörblase ist selbst sehr fein und zeigt die letztere um die erstere ebenfalls Wimperung; statt des niedrigen Plattenepithels sind hier kleine Flimmerepithelien vorhanden. In seinem weiteren Verlaufe durchbohrte der Canal den Knorpel. Doch habe auch ich seinen endlichen Verbleib nicht finden können.

Die Bindegewebswulst bildet eine Hervorragung in das Lumen der Hörblase. Sie stellte eine einfach mit Plattenepithel überzogene Bindegewebswucherung mit sehr dicht liegenden sternförmigen netzartig anastomosirenden Bindegewebskörperchen und relativ spärlichen Andeutungen faseriger Structur zeigender Intercellularsubstanz dar. Ausser an dieser Stelle ist die bindegewebige Stützsubstanz der Hörblase fast ganz unerheblich.

Alle diese vier in der Gehörblase der Octopoden vorhandenen Organe finden in dem Gehörorgan der Decapoden, von denen ich Sepia officinalis untersuchte, ihre homologen Vertreter. Dieses wird jedoch erst bei genauerer Untersuchung deutlich. Auf den ersten Blick erscheint das Gehörorgan der Decapoden von dem soeben betrachteten der Octopoden total verschieden.

Die ebenfalls innerhalb des Kopfknorpels bilateral symmetrisch vorhandenen durch eine schmale Scheidewand getrennten Höhlungen für das Gehörorgan sind sehr unregelmässig gestaltet, sehr reich an mannichfachen von der Wand ausgehenden Vorsprüngen. Das auffallendste aber ist, dass eine besonders in der Höhlung frei suspendirte mit den knorpligen Wänden in sehr lockerer Verbindung stehende Gehörblase durchaus fehlt. Die Knorpelwand ist vielmehr ganz fest mit der bindegewebigen Grundlage des Gehörbläschens verbunden, und so erscheint jeder Durchschnitt der knorpeligen Wand der Gehörhöhle auf derfreien Fläche mit einem Epithel überzogen. Für die Ernährung sorgt ein dicht unter dem Epithel befindliches im Knorpel selbst gelegenes, sehr reich entwickeltes Capillarnetz. Das Epithel ist ganz wie in der Hörblase der Octopoden sehr zart und niedrig; zwischen ihm und der exquisit ausgebildeten knorpeligen Grundlage mit grossen reich verästelten Knorpelzellen liegt nur eine sehr dünne Zone, in welcher das Knorpelgewebe den Uebergang in gewöhnliches Bindegewebe sehr schnell eingeht. Wir müssen also alle in der Gehörblase der Octopoden aufgefundenen Organe bei den Decapoden in der Wand der Gehörhöhle aufsuchen und nachweisen.

In der That sitzen die beiden nervösen Endapparate, die Lamina und Crista acustica, hier der Wand der Gehörhöhle an, und sind nach der von O. und K. mit grosser Genauigkeit angegebenen Topographie leicht aufzufinden. O. und K. beschreiben ihre histiologische Zusammensetzung ganz ident wie bei Octopus. Nur soll bei Sepia die Crista acustica auf der First nicht zwei, sondern nur eine Reihe grosser Cylinderzellen tragen. Dies ist richtig, doch habe ich auch an einzelnen Stellen der crista acustica eines Octopus die First ebenfalls nur von einer einzigen Zellenreihe gebildet gesehen, sodass dieser Differenz wohl kein fundamentaler Character beizulegen ist. Sonst sind meine Untersuchungen über die Histiologie der nervösen Endapparate bei Sepia nur ziemlich mangelhaft geblieben. Der Grund davon ist in dem Umstande zu suchen, dass in Nizza und Villafranca ganz frische Sepien — dieselben werden nur in der überhaupt durch eine äusserst reiche Fauna ausgezeichneten Bucht von St. Giovanni (St. Jean) gefangen — so gut wie gar nicht zu haben waren. Das, was ich an nicht mehr ganz frischen Exemplaren sehen konnte, schien die Angaben von O. und K durchaus zu bestätigen. Der Otolith hat eine ebenfalls characteristische, jedoch von dem der Octopoden verschiedene Form [1]) und besteht ebenfalls aus einem mechanisch leicht trennbaren Aggregat kleinster Krystalle. Von den beiden nicht nervösen Theilen der Gehörblase von Octopus habe ich den flimmernden Canal nach der Angabe von O. und K. aufgefunden. Statt der einen bindegewebigen Wulst des Gehörorgans von Octopus finden sich hier nach der sorgfältigen Untersuchung von O. und K. nicht weniger als 16 zapfenartige Vorsprünge in das Lumen der Gehörhöhle, zum Theil so gross, dass sie schon dem blossen Auge erscheinen. Es sind — wie sich bei mikroskopischer Untersuchung ergiebt — theils von dem gewöhnlichen Epithel der Gehörhöhle, theils von einem niedrigen Flimmerepithel überzogene Fortsetzungen der knorpeligen Grundlage. Der Knorpel büsst hier seinen exquisiten Character nur ganz allmälig ein und es findet sich hier ein fast continuirlicher Uebergang von dem echten Knorpelgewebe der Cephalopoden zu echtem fibrillären Bindegewebe mit sehr zahlreichen sternförmigen Bindegewebskörperchen, woraus die ganze unmittelbar unter dem Epithel gelegene Schicht der zapfenartigen Vorsprünge gebildet wird.

1) Owsjannikow und Kowalevsky l. c. Taf. IV, 4.

Leider habe ich es versäumt, an Ort und Stelle eine Zeichnung dieser Verhältnisse anzufertigen; dieselbe würde der beste Beweis von der nicht specifischen Natur des Knorpels und für seinen continuirlichen Zusammenhang mit dem gewöhnlichen Bindegewebe abgeben. O. und K. haben diesen in das Lumen vorspringenden Zapfen den Namen der Ampullen beigelegt, eine Bezeichnung, die wohl kaum unpassender gewählt werden konnte, da diese Zapfen erstlich keinerlei Aehnlichkeit mit einer Ampulle bieten und zweitens functionell durchaus von den Ampullen der höheren Thiere verschieden sind, da sie mit der Nervenendigung gar nichts zu thun haben. Ihre Function ist gänzlich unklar; O. und K. vermuthen, dass sie zur Verstärkung und zur Reflexion des Schalles dienen; doch ist dies eben blosse Vermuthung. Doch scheint mir die zuerst von O. und K. begründete Ansicht zweifellos, dass diese bei Sepia so mächtig entwickelten Bildungen der kleinen Bindegewebswulst im Gehörbläschen von Octopus homolog sind.

Vergleichende anatomische Rückblicke auf das Gehörorgan der Mollusken.

Von den oben betrachteten Formen, in denen wir dieses Organ innerhalb des Stammbaums der Mollusken kennen gelernt haben, ist das Gehörorgan der Gasteropoden und Pteropoden entschieden die einfachste. Wir haben hier eine mit einem gleichartigen Sinnes-Epithel, welches ganz allgemein durch den Besitz zahlreicher auf der freien Fläche stehender äusserst kleiner wimpernder Haare characterisirt ist, ausgekleidete, mit der Aussenwelt communicirende Höhlung. Ein in derselben suspendirter Otolith oder statt des einen eine zusammengeballte Masse kleinerer Otolithen vermittelt die Uebertragung der Schallwellen.

Die Höhlung und der Otolith sind auch noch bei den Heteropoden vorhanden. Wir finden hier aber eine bedeutend höhere Differenzirung. Ganz abgesehen von den kleinen indifferenten Epithelien haben wir hier zwei durchaus verschiedene Formen von Sinneszellen, die sternförmigen Polsterzellen und die hohen Cylinderepithelien, welche die verdickte Stelle der Wand der Hörblase zusammensetzen. Der von der Hörblase ausgehende Hohlgang ist bei den Heteropoden noch nicht nachgewiesen; doch zweifle ich nicht an seinem Vorhandensein, wenn er vielleicht auch nur während des embryonalen Lebens persistirt und später obliterirt.

Bei den Cephalopoden finden wir die zwei schon bei den Hete-

ropoden vorhandenen Nervenendigungen bereits räumlich getrennt, Zwar liegen sie beide in der Wand ein und desselben Gehörbläschen, aber das Gehörbläschen hat in dieser Classe bereits eine bedeutende Grösse erreicht, so dass der Otolith nur für den einen Nervenendapparat die Uebertragung der Schallwellen vermittelt. Die Crista acustica dagegen bedarf wie die Schnecke der Wirbelthiere nicht des Otolithen. Der die Gehörblase mit der Aussenwelt in Verbindung setzende Canal ist hier sehr leicht nachzuweisen. — Die von mir nicht näher studirten Gehörwerkzeuge der Acephalen schliessen sich nach den Angaben der Autoren auf das engste an das Gehörorgan der Gasteropoden an.

Die in einigen Molluskenclassen bestimmt nachgewiesene, in den andern wahrscheinlich gemachte oder wenigstens nicht unwahrscheinliche Communication des Cavum der Gehörblase mit der Aussenwelt constituirt einen auf das Tiefste eingreifenden Unterschied zwischen diesem Organ und demselben Sinneswerkzeug des Typus der Wirbelthiere, welches stets eine oder zwei geschlossene Blasen darstellt. Und in der That, wenn man die Phylogenie beider Typen weiter verfolgt und auf die ältesten Glieder beider Stammbäume zurückgeht, so erscheint die Annahme nicht ganz unbegründet, dass die erste Anlage und Ausbildung dieses Organs in jedem Typus besonders erfolgten, dass das Gehörorgan der Wirbelthiere und das der Mollusken wohl analoge, aber nicht homologe Bildungen sind. Amphioxus besitzt kein Gehörorgan und die Gehörblase von Myxine ist noch ohne Otolithen. Auch bei den Salpen existirt noch kein Otolithen führendes Bläschen. Dagegen hat H. Müller[1]) von den Salpen ein beiderseits dem Gehirn unmittelbar anliegendes ovales Bläschen beschrieben, welches mit einem geraden und engen Ausführungsgang in die Kiemenhöhle mündet. Leider habe ich eine genauere Untersuchung desselben versäumt. Obwohl nach H. Müller's Angabe dasselbe keine Otolithen enthält, möchte ich dasselbe doch als Gehörorgan ansprechen, zu dem erst — ebenso wie in der Wirbelthierreihe zu dem otolithenlosen Bläschen von Myxine — im Lauf der weiteren phylogenetischen Entwickelung des Typus der Otolith hinzutritt. Es würde demnach also auch der in beiden Typen die Uebertragung der Schallwellen vermittelnde Otolith als eine nur analoge, nicht homologe Bildung aufzufassen sein.

---

1) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie 1853. IV. p. 329.

III. Drüsen.

Die Untersuchung fast aller dem Molluskentypus angehörenden Drüsen zeigt mit hoher Evidenz, wie in den Epithelien selber die Bildung der Secretstoffe vor sich geht. In der That verdanken wir dem Studium der Wirbellosen, speciell der wahrhaft classischen Arbeit des der Wissenschaft zu früh entrissenen Heinrich Meckel: Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere [1]), die erste Begründung der jetzt auch für die Wirbelthiere ziemlich allgemein recipirten Ansicht, welche den Sitz der secretorischen Thätigkeit in die Zellen selber verlegt.

Niere der Gasteropoden.

H. Meckel hat in seiner oben citirten Abhandlung eine ganz vortreffliche Anatomie dieses Organs gegeben, die ich in allen wesentlichen Puncten bestätigen kann. Die Niere stellt bei der von mir am genauesten untersuchten Helix pomatia einen Sack dar welcher innen mit in das Lumen frei hervorspringenden Falten und Kämmen besetzt ist, sodass hierdurch eine hohe Aehnlichkeit mit dem bekannten Bau der Froschlunge hervorgebracht wird. Mitunter gehen diese Falten ganz bis zur gegenüberliegenden Seite des Nierensacks herüber, in den meisten Fällen aber ragen sie frei in das Lumen, sodass eine Menge vollkommener oder unvollkommener Fächer entsteht. „Die Vermehrung der secernirenden Oberfläche ist nicht durch Follikel- sondern durch Faltenbildung bewerkstelligt." Der von der secernirenden Oberfläche begränzte Hohlraum dient zugleich als Reservoir für das abgeschiedene Secret.

Das Secret, welches die Höhlung des Sackes anfüllt und demselben die weissliche Farbe giebt, welche den Entdecker Swammerdam bewog, ihm den Namen des Kalksackes beizulegen, besteht unter dem Mikroskop aus eigenthümlich glänzenden gelblichen undurchsichtigen, meist kugeligen oder unregelmässig drusigen knolligen Concrementen, an denen man häufig ein krystallinisches Gefüge und concentrische Schichtung deutlich wahrnehmen kann. Mikrochemische Reactionen beweisen, dass diese Kugeln aus harnsaurem Ammoniak bestehen.

Die Bildung derselben in den secernirenden Epithelien lässt

---

1) Müller's Archiv 1846 p. 1.

sich, da dieselben sich beim Zerzupfen sehr leicht einzeln oder in grösseren Partieen von den Falten der Wandung isoliren lassen, sehr gut verfolgen. H. Meckel fasst den Entwickelungsvorgang folgendermaassen zusammen. In der Zellsubstanz sieht man einzelne das Licht stark brechende Körnchen zerstreut. Darauf bildet sich in der Substanz der Zelle ein klares Bläschen voll heller Flüssigkeit aus, in welcher Körnchen von harnsaurem Ammoniak sich molecular bewegen. Das Bläschen wächst und nimmt allmälig die ganze Zelle ein, so dass man den Kern am Rande angedrückt findet; es enthält entweder mehrere Concremente oder eins von bedeutenderem Durchmesser, welche durch Dehiscenz der Zellen frei werden und in die Höhlung des Nierensackes fallen. In dieser Schilderung Meckel's erscheint das Secretbläschen als ein Organ von hoher physiologischer Dignität, da in ihm als einer von dem Protoplasma der Zelle verschiedenen Substanz die Bildung der harnsauren Concremente vor sich geht, und es sind eben seit dieser Beschreibung H. Meckel's die Angaben in der Literatur nicht selten, wo die Secretion gleichsam aus dem Protoplasma heraus in das Secretbläschen verlegt und der Unterschied zwischen beiden besonders betont wird, ebenso wie manche Autoren dem Kern eine besondere Rolle bei der secretorischen Thätigkeit zuzuschreiben geneigt sind, von der ich mich jedoch nie überzeugen konnte. Meinen Untersuchungen nach ist dieser Unterschied nicht durchführbar und keineswegs allgemein, vielleicht mehr zufällig, wie physiologisch wichtig. Allerdings ist bei Helix arbustorum, der auch H. Meckel seine Beschreibung und Abbildungen entnommen zu haben scheint, die Sache ganz so, wie er angiebt. Ein Blick auf die dieser Species entnommene Fig. 57, a, b, zeigt deutlich, wie ganz durchgehend innerhalb der von einer Membran umgebenen theils runden theils polygonalen Zellen es zur Bildung einer ganz scharf contourirten Vacuole kommt, innerhalb derer, ganz wie H. Meckel es beschreibt, das Wachsthum der Concremente vor sich geht. Zuletzt entstehen — wenn die Vacuole ihre grössten Dimensionen erreicht hat — Formen, die mit einem Siegelring grosse Aehnlichkeit haben, indem das Protoplasma fast ganz geschwunden und fast nur noch der an die Wand gedrückte Kern vorhanden ist.

Aber schon bei der sehr nahe verwandten Helix pomatia stellen sich die Verhältnisse ganz anders. Fig. 56 stellt eine Anzahl von diesem Thier entnommener Nierenzellen dar. Auch hier scheinen

die Zellen eine eigene Membran zu besitzen. Die Bildung der harnsauren Concretionen sieht man jedoch in einigen Fällen bis zu einer ziemlichen Grösse inmitten des Protoplasma vor sich gehen. In andern Fällen kommt es schon zeitig, endlich aber in allen, wenn die Concretionen eine gewisse Grösse erreicht haben, zum Schwinden des Protoplasma und zur Entstehung eines mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraums um dieselben. Die Contouren desselben sind jedoch fast nie scharf wie die eines Bläschens oder einer Vacuole. Allmälich wird das ganze Protoplasma der Zelle aufgezehrt, bis an der inneren Wand der Zellmembran noch einige kleine, fast verschwindende Protoplasmamassen hängen, welche jedoch stets den Contour der Vacuole unregelmässig erscheinen lassen. Stellenweise werden Zelle und die mit ihr identische Vacuole allein durch einen scharfen Contour begränzt, wo nämlich der Rest des Protoplasma nicht mehr genügt, wenn auch in noch so dünner Schicht die Innenwand der Zellmembran zu überziehn.

Bei Helix hortensis endlich (Fig. 55) ist von einer Vacuole keine Spur; es kommt nie auch nur zur Rareficirung des Protoplasma um die harnsauren Concremente, welche in das Protoplasma der membranlosen Zellen eingebettet die Gränze ihres Wachsthums erreichen. Von einer hohen physiologischen Dignität des Secretbläschens kann bei dem Umstande, dass bei anderen der H. arbustorum so nahe stehenden Formen die Bildung der Secretstoffe im Protoplasma selber vor sich geht, wohl kaum mehr die Rede sein.

Niere der Cephalopoden.

Die Nieren der Cephalopoden, welche man auch wohl als Venenanhänge bezeichnet hat, stehen unter den Drüsen morphologisch ganz isolirt da. Schon Harless[1]) hat dieses Organ eine umgestülpte Drüse genannt, weil die secernirende Fläche die Gefässramificationen von aussen umgiebt. Es verhält sich diese Drüse zu allen anderen ungefähr wie sich die Kiemen zu den Lungen verhalten. Wie bei den letzteren, ist auch bei der Mehrzahl der Drüsen die Verzweigung der Ausführungsgänge das maassgebende Moment, während bei der Niere der Cephalopoden wie bei den Kiemen die Verzweigung des Gefässbaumes die Morphologie des Organs bestimmt. — Die je nach den untersuchten Species röthlich bis violett gefärbten

1) Archiv f. Naturgeschichte 1847, XIII, 1, p. 1.

Secretstoffe stellen körnig krystallinische, unregelmässige Concretionen dar, welche in dem feinkörnigen Protoplasma der runden, wie es scheint, von einer Membran umgebenen Zellen entstehen und sich allmälig so bedeutend vergrössern, dass der Kern verdeckt wird. (Fig. 58). Ein Secretbläschen (Keferstein [1]) habe ich ebenso wenig wie ein Ausgehen der Secretbildung vom Kern (Harless) beobachten können.

Tintenbeutel der Cephalopoden.

Die Untersuchung des Tintenbeutels der Cephalopoden ist eine ausserordentlich schwierige, weil das dicke halbflüssige dunkelbraunschwarze körnige Pigment das Erkennen der Elementartheile sehr hindert. Doch vermochte ich soviel zu erkennen, dass dieses Organ sich in seinem Bau ganz an die Niere der Gasteropoden anschliesst, wenn auch die Faltenbildung hier vielleicht nicht so hoch entwickelt ist, wie dort. Auch dient hier ebenfalls die Höhlung des secernirenden Sackes als Reservoir für das Secret. An Isolationspräparaten überzeugt man sich leicht von der Bildung der Pigmentkörner im Innern der Zellen, welche eine Pigmentdegeneration einzugehen scheinen.

Speicheldrüsen der Cephalopoden.

Von den Speicheldrüsen der Cephalopoden habe ich nur die s. g. obere Speicheldrüse von Octopus näher untersucht. Das Gewebe derselben ist ein ziemlich compactes und zeichnet sich dadurch für die Untersuchung sehr vortheilhaft z. B. von dem Lebergewebe aus. Die einzelnen Träubchen werden durch ein ziemlich festes an ausgebildeten Capillaren sehr reiches Bindegewebe an einander geheftet. Die einzelnen Drüsenträubchen (Fig. 59) beginnen alle blindgeschlossen, sind ziemlich lang und treten unter meist spitzen Winkeln mit anderen Träubchen zusammen. Die ganzen Acini sind von einer einfachen Schicht einkerniger ungewöhnlich kurzer Muskelfasern umgeben, an deren Existenz schon an Situs-Präparaten kein Zweifel sein kann und die durch Macerationspräparate in Oxalsäure (Fig. 61, b) auch isolirt darstellbar sind. Die secernirenden Epithelien erscheinen isolirt (Fig. 61, a) ziemlich gross, unregelmässig polygonal, bestehen aus einem körnigen Protoplasma und

---

1) Classen und Ordnungen des Thierreichs Bd. III, p. 1389.

zeigen einen runden Kern mit einem Nucleolus. Die Drüsenträubchen sind nur von einer einzigen einfachen Epithelschicht ausgekleidet. In der Mitte bleibt ein ziemlich mächtiger Canal frei, der stets mit dem Secret vollständig angefüllt, ja förmlich vollgepfropft ist. Das Secret besteht aus kleinen Kugeln und runden Tropfen, die sich von den Protoplasmakörnchen der Epithelzellen einmal durch ihre Grösse und dann durch ihre eigenthümlich hellgelbe Farbe, sowie durch ihren etwas trüben Glanz, ziemlich auffallend unterscheiden. Auch im Innern der Epithelzellen sind diese Tröpfchen ebenfalls vorhanden und zwar bleibt gewöhnlich der nach aussen gekehrte Theil der Zelle ganz frei von denselben, während sie sich vornehmlich in den der Axe des Träubchen zunächst gelegenen Partieen der Zellen ansammeln, sodass die Gränze der Zellen nach dem mit dem Secret angefüllten Lumen des Träubchens zu ganz verwischt, ja gar nicht vorhanden erscheint. Ganz dieselbe Anschauung erhält man, wenn man, was durch einen glücklichen Zufall mitunter vorkommt, Gelegenheit findet, den Acinus gleichsam im Querschnitt zu beobachten (Fig. 60). Continuirlich scheint sich das in der Axe des Träubchens angesammelte Secret bis in die Zellen hinein fortzusetzen. An derartigen Ansichten erscheint auch die Muskelhaut, welche den Acines umgiebt, sehr deutlich. Isolirung durch Maceration in kalt concentrirter Oxalsäure oder einem Gemisch derselben mit Jodserum stellt die Bildung der Secrettropfen in den wahrscheinlich membranlosen Zellen ausser Zweifel (Fig. 61 a).

Zoospermien der Gasteropoden.

Die Producte der männlichen Keimdrüse, die Zoospermien, zeigen bei den Gasteropoden die verschiedensten Formen. Ich mache auf die ausserordentlich kleinen, Fetttröpfchen gleichenden Zoospermien von Chiton (Fig. 62) aufmerksam, die nur aus einem sehr kleinen glänzenden fast stäbchenförmigen Kopf und einem kurzen feinen Schwanzfaden bestehen. Die von Patella gleichen denselben durchaus. Bei Bulla (Fig. 63) fand ich Zoospermien, welche den von v. Siebold [1]) und Leydig [2]) bei Paludina vivipara beschriebenen und abgebildeten durchaus gleichen. Sie bestehen aus einem korkzieherartig gewun-

1) Müller's Archiv 1836. p. 241.

2) Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie 1850 II, p. 182.

denen, wie es scheint etwas dickeren und glänzenderen Ende und einem feinen ziemlich langen Schwanzfaden. Gewöhnlich sind sie zu grösseren Büscheln vereinigt.

Keimdrüsen der Heteropoden.

Für die Heteropoden kann ich die von Gegenbaur gegebene Beschreibung und Abbildung der Zoospermien durchaus bestätigen. Sie zeigen eine deutliche Zusammensetzung aus einem etwas breiteren glänzenden ziemlich langen Stab und einer feinen langen Geissel. —

In den Eiern von Pterotrachea (Fig. 66) ist auch in den letzten Stadien der Verwandlung des feinkörnigen Protoplasma in Dotter der Kern stets noch vorhanden.

Zoospermien der Cephalopoden.

In der Classe der Cephalopoden scheint ebenso wie bei dem Gehörorgan auch in der Gestalt der Spermatozoen zwischen den Octopoden und den Decapoden ein Unterschied stattzufinden. Die der ersteren bestehen — nach bei Eledone und Octopus vulgaris und macropus angestellten Untersuchungen — ebenfalls aus einem starren ziemlich langen etwas dickeren und glänzenderen Stabe und einem sehr langen und feinen Faden. Dazu kommt, dass bei den meisten Individuen dem Stabe ein meist regelmässig oval geformtes Stück blassen feinkörnigen Protoplasma ansitzt, welches in der Art und Weise der Anheftung sehr grosse Verschiedenheiten zeigt (Fig. 64). — Die Zoospermien der Decapoden (Sepia) besitzen einen, verhältnissmässig etwas breiteren, aber um vieles kürzeren Stab; auch der Schwanzfaden ist kürzer. Auch hier findet sich — wenn auch seltener, wie bei den Octopoden — das feinkörnige Protoplasmastück. (Fig. 65).

Trichterorgan der Cephalopoden.

Nur gezwungen schliesst sich an die soeben behandelten Keimdrüsen ein höchst eigenthümliches Organ an, welches mit denselben die Bildung geformter Secretstoffe gemeinsam zu haben scheint. Dasselbe wurde von H. Müller im Trichter der Cephalopoden aufgefunden, wo es stets eine weisslich durchscheinende flache Erhebung an der inneren Fläche desselben bildet. Je nach den verschiedenen Species kommen in den makroskopischen Verhältnissen Verschie-

denheiten vor, doch bleibt das Organ im Wesentlichen dasselbe. „Mikroskopisch besteht die Oberfläche dieser Erhebung aus lauter spindelförmigen Körperchen, die das Licht stark brechen, farblos und verschiedener Grösse, theils nach den Species, theils auch an denselben Thieren. Sie stehen aussen mehr oder weniger aufrecht, wie Stäbchen, stossen sich an der freien Fläche des Trichters ab, und haben grosse Aehnlichkeit mit den Nesselorganen anderer Thiere, sind jedoch ohne Fäden. Sie liegen theils einzeln, theils in Gruppen vereinigt und entwickeln sich, wie man bei Untersuchung der tieferen Schichten sieht, im Innern von Zellen, in welchen sie oft mannichfach gewunden und gerollt sind. Eine nesselnde Wirkung wurde nicht beobachtet.“ Ich kann diese Beschreibung H. Müller's durchweg bestätigen und verweise nur auf die Abbildung (Fig. 67), welche eine Reihe der Formen darstellt, wie man sie, wenn man mit einem feinen Messer die Oberfläche des Organs streift und dann das Abgehobene in einem Tropfen Seewasser untersucht, zu Tausenden in einem Präparat findet. Interessant ist es, dass es auch an diesen von einer Membran umgebenen Epithelien, wie an einigen Präparaten deutlich zu sehen ist, um die im Innern der Zellen gebildeten spindel- und stabförmigen Körper zur Rareficirung des Protoplasma, zur Einleitung eines „Secretbläschen“ kommt. Eher noch wie mit den Nesselorganen (H Müller) möchte ich diese interessanten Gebilde mit den aus der Haut der Turbellarien bekannten stabförmigen Körpern vergleichen. Ueber ihre Function habe ich auch nicht einmal Vermuthungen.

V. Rückblicke und Resultate.

Nachdem wir die vier grossen Gewebsgruppen der Mollusken im Zusammenhange übersehen, dürfte es vielleicht eine lohnende Arbeit sein, einmal einen vergleichenden Blick auf den Typus der Wirbelthiere zu werfen, innerhalb dessen die Histiologie fast allein ihre hohe Ausbildung erlangt hat. Während dort bereits ein ausserordentlich reiches Material von einer Menge Beobachter sicher constatirter Thatsachen vorliegt, ist innerhalb des Molluskentypus die Zahl der Einzeluntersuchungen noch eine ausserordentlich geringe. Ja, es wäre meiner Meinung nach sehr fraglich, wenn die Histiologie der Vertebraten nicht existirte, wenn wir Alles, was die Wissenschaft auf diesem Felde geleistet hat, eliminiren könnten, ob wir

dann — allein aus diesem so spärlichen Material heraus — auch nur zu einem Keim einer wissenschaftlich geordneten Auffassung gelangt wären. Nur dadurch, dass wir uns anlehnten an die Histiologie der Vertebraten sind wir zu unseren Anschauungen in der Histiologie der Mollusken gelangt, und es ist interessant zu sehen, wie noch jeder Forscher gleichsam stillschweigend das histiologische System, das an dem Typus der Vertebraten seine hohe Ausbildung erlangt hatte, auch auf den Molluskentypus übertrug. In der That kann Niemand behaupten, dass damit den Thatsachen irgend eine Gewalt geschehen sei; vielmehr hat sich der Molluskentypus ganz leicht und bequem dem Codex der Vertebratenhistiologie gefügt. Alle Gewebsformen der Wirbelthiere fanden auch hier ihre natürlichen Vertreter.

Diese durch die Gewebelehre bestätigte Uebereinstimmung zwischen den verschiedenen Typen näher zu bestimmen, die Art und Weise, auf welche dieselbe zu Stande kommt, genauer zu analysiren, ist bisher noch nicht versucht worden. Bis vor Kurzem war die Zeit noch nicht gekommen, jene grossen Züge, die, wenn ich mich so ausdrücken darf, über den Typen stehen, die die Einheit unter den Typen selbst constituiren, mit andern Worten die zwischen den Typen stattfindenden Homologieen schärfer zu definiren. Bis vor Kurzem fehlten noch die Bedingungen, diese Frage, die jetzt so natürlich an uns herantritt, sowohl aufzuwerfen, wie zu lösen. Erst seit der grossen Umwälzung, welche Darwin's berühmtes Werk in unseren Ansichten hervorgebracht hat, seitdem eine Summe neuer Gedanken und Anschauungen in das Bewusstsein unserer Wissenschaft eingeführt ist, seitdem sich vor allem ein durchgreifender wirklich qualitativer Unterschied zwischen wahrer und scheinbarer vergleichend anatomischer Uebereinstimmung, zwischen Homologie und Analogie hat aufstellen lassen [1]), ist auch wenigstens der Versuch einer Lösung dieser Frage möglich geworden.

Um die beiden Typen in Wahrheit gemeinsamen Züge, die

---

1) E. Haeckel gebührt das Verdienst, zuerst diesen Unterschied scharf präcisirt zu haben. „Alle Eigenschaften oder Charactere der Organismen sind das Product der Wechselwirkung von zwei gestaltenden physiologischen Functionen, dem inneren Bildungstriebe, der Vererbung, und dem äusseren, der Anpassung; alle Charactere der Organismen sind in erster Instanz entweder ererbt (homolog), oder durch Anpassung erworben (analog).“ Generelle Morphologie der Organismen Bd. II, p. 224. Vgl. Ebenda p. 298, 401.

ihnen von ihrer gemeinsamen Stammform überkommenen Erbtheile festzustellen, müssen wir, bei den Mollusken sowohl wie bei den Wirbelthieren, ausgehen von den niedersten Gliedern der Reihe, von den ältesten Gliedern des Stammbaums, die möglichst wenig von jener hypothetischen Urform entfernt sind, aus welcher wir in zwei divergenten Reihen einst die beiden Typen hervorgegangen uns denken. Leider sind uns aus der jetzigen Schöpfungsepoche nur in sehr geringem Maasse Formen bekannt, die wir als wenig oder ganz unveränderte Nachkommen dieser Urformen in Anspruch nehmen dürften. Relativ am günstigsten stellt sich die Sachlage noch für den Vertebratentypus, wo wir Amphioxus lanceolatus mit ziemlicher Sicherheit als eine den ersten Anfängen des Wirbelthierstammes sehr nahestehende Form in Anspruch nehmen dürfen. Namentlich spricht keine Thatsache dafür, dass derselbe — wie z. B. die ihm sonst so nahestehende Myxine — durch weitgehende Anpassung z. B. durch Parasitismus irgend eine wesentliche Rückbildung erfahren haben sollte, sodass seine etwaigen Abweichungen von der gemeinsamen Stammform der Wirbelthiere stets nach der Seite einer weiteren Ausbildung nie aber Rückbildung liegen werden.

Viel schwieriger ist die Sachlage bei den Mollusken. Es herrscht in der That über die wichtigsten Fragen der Verwandtschaftsverhältnisse dieses Typus noch sehr wenig Einigkeit. Wenn man, wie die meisten Forscher und auch Haeckel thun, die Bryozoen als Ausgangsform des Molluskenstammbaums ansieht, so ergiebt sich hier die Schwierigkeit, dass statt der Einzelthiere gleich ganze Thierstöcke, Cormen als Stammformen des Typus aufgestellt werden, bei denen doch der Gedanke an eine eben hierdurh sowie durch die sitzende Lebensweise bedingte Rückbildung keineswegs ausgeschlossen ist. Diese Schwierigkeit wäre vielleicht zu ververmeiden, wenn man sich entschlösse, die freischwimmenden Salpen als die wenigst veränderten Nachkommen der Stammform, die festsitzenden Ascidier und namentlich die Bryozoen als einen durch die sitzende Lebensweise und die Colonieenbildung zurückgebildeten oder doch sehr einseitig ausgebildeten, sehr alten Zweig des Molluskenstammbaumes zu betrachten. Eine zweite Möglichkeit, auf welche Haeckel in seinem an neuen und fruchtbaren vergleichend anatomischen Ideen überreichen Versuch eines auf die natürliche Verwandtschaft begründeten Systems ebenfalls hinweist, die nahe Verwandtschaft der eigentlichen Kiemen entbehrender Opisthobranchier

z. B. Rhodope zu den Turbellarien zu benutzen und diese Formen als Ausgangspunct des Typus anzusehen, bietet jedoch mit Rücksicht auf die Lamellibranchiaten und Molluscoiden zu grosse Schwierigkeiten. Jedenfalls sind wir hier in der schwierigen Lage, keine bestimmte Form auch nur mit annähernder Sicherheit als Ausgangsform oder doch als wenig veränderte Nachkommen der Ausgangsform hinstellen zu können und müssen zu dem sehr gefährlichen Auskunftsmittel greifen, aus der Vergleichung der am tiefsten stehenden Formen der einzelnen Molluskenclassen uns eine ideale Ausgangsform des Typus selber zu abstrahiren, also ein stets subjectiv gefärbtes Bild an die Stelle eines objectiven Thatbestandes, für welchen wir doch bei den Vertebraten in der Anatomie von Amphioxus wenigstens eine Menge Anhaltspuncte haben, zu setzen.

Nur eine einzige Homologie zwischen dem Mollusken- und Wirbelthiertypus ist etwas gröberer Art und in den meisten Fällen schon bei der Betrachtung mit blossem Auge erkennbar: die bilaterale Symmetrie des Körpers, oder, wie Haeckel sich ausdrückt, die Zusammensetzung aus zwei Antimeren, welche sich bei allen Wirbelthieren und man kann sagen, auch allen Mollusken, selbst den Bryozoen findet. Die übrigen Homologieen liegen alle mehr oder weniger tiefer und sind alle an die spezifische Natur der den Körper aufbauenden letzten Elementarorganismen gebunden, so dass sie erst nach der Ausbildung der Zellenlehre erkannt werden konnten oder doch, wenn sie schon vor dieser Epoche zur Beobachtung kamen, erst mit der Zurückführung eben auf diese letzten constituirenden Elemente ihre rechte Bedeutung und Vertiefung gewannen. Hierher gehört vor allen die wichtige Thatsache, dass die vier bei den Wirbelthieren vorhandenen grossen Hauptgruppen der Gewebe auch in dem Molluskentypus ihre vollgültig homologen Vertreter besitzen.

Beginnen wir zuerst mit dem Bindegewebe.

Wir haben die allgemeinen histiologischen Verhältnisse desselben, die Entstehung der Intercellularsubstanz, innerhalb des Molluskentypus ganz identisch mit denen der Wirbelthiere nachgewiesen und dürfen nicht anstehen, die völlige Identität dieser in beiden Typen gleich wohlcharacterisirten Gruppe auszusprechen. Schon in den ältesten niedersten Gliedern beider Typen, bei Amphioxus und bei den Salpen finden wir das bindegewebige Netz der anastomosirenden sternförmigen Zellen in gleichem Maasse entwickelt und schliessen aus dieser Homologie mit Recht auf die hohe physiologische Wich-

tigkeit, welches dieses Netz für die Ernährung der Körpertheile besitzt. Ebenso kommen auch schon bei Amphioxus und bei den Salpen Zellen vor, die durch concentrische Ablagerung von Membranen ein festeres Stützgewebe, den Knorpel hergestellt haben und müssen wir wenigstens die Ausgänge der Knorpelbildung für beide Typen als homolog annehmen. Auch die Neigung des Bindegewebes gegen eingelagerte animale Gewebe sowie gegen Hohlräume sich durch Endothelien oder endothelartige Bildungen abzuschliessen, möchte ich, wenn auch für die animalen Gewebe und die Wandungen des Blutgefässsystems bei den niederen Mollusken noch keine positiven Beobachtungen vorliegen, als eine echte Homologie und das in beiden Typen vorkommende Neurilemma und Sarcolemma als eine auch phylogenetisch identische Bildung betrachten. Nur in Bezug auf jene Form der Bindesubstanzen, die unter dem Namen des areolären Gewebes (adenoiden Gewebes von His) bekannt ist und deren Zurückführung auf das gewöhnliche Bindegewebsschema einige Schwierigkeiten macht, bin ich meiner Sache nicht so sicher. Trotz meines eifrigen Suchens habe ich dasselbe innerhalb des Molluskentypus nur erst in der Orbitalmasse der Cephalopoden nachweisen können, und muss für diese Gewebsform die Frage der Homologie noch eine offene bleiben, bis dieselbe auch in niederen Mollusken nachgewiesen ist. — Elastische Fasern fehlen dem Molluskentypus gänzlich.

In beiden Typen sehen wir mit dem Bindegewebe das Blutgefässsystem in engster physiologischer und morphologischer Verbindung stehen. An der Homologie der Formbestandtheile des Blutes der farblosen Blutkörperchen, die schon bei Amphioxus und den Salpen vorhanden sind, kann wohl kein Zweifel sein. Dagegen ist die Frage nach der Homologie des Blutgefässsystems und seines Centralorgans des Herzens, noch eine durchaus offene. Auf den Umstand, dass letzteres den entschieden rückgebildeten Bryozoen fehlt, will ich so sehr viel Gewicht nicht legen. Doch scheint mir der Umstand, dass Amphioxus kein Herz sondern nur pulsirende Gefässstämme besitzt, zusammengehalten mit der so höchst merkwürdigen Form, in welcher zuerst bei den Mollusken (bei den Salpen) das Herz als ein die Richtung seiner Contractionen ändernder Schlauch auftritt, auf eine selbstständige Entwickelung dieses Organs innerhalb beider Typen hinzuweisen. Jedenfalls dürfen wir es, nach dem jetzigen, wenn auch spärlichen Zustande unserer Kenntnisse, den Homologieen noch nicht zuzählen.

Mit grösserer Bestimmtheit wird sich die Frage nach der Homologie der dem Gaswechsel dienenden Organe, der Kiemen, entscheiden lassen. Wenn dieselben unter den Mollusken auch einigen sehr kleinen niedrig stehenden Formen der Opisthobranchier, welche Haeckel als Liprobranchia zusammengefasst hat, abgehen, so wird die Bedeutung dieses Umstandes dadurch wesentlich abgeschwächt, dass in derselben Classe neben diesen kiemenlosen Formen im übrigen ganz ähnliche Kiemen tragende vorkommen, so dass der Besitz oder Mangel der Kiemen als ein fast accidentelles die übrige Organisation des Thieres fast nicht beeinflussendes Moment erscheint. Nehmen wir noch den Umstand dazu, dass die Kieme von Amphioxus in Lage und Bau eine ganz überraschende schon den meisten Forschern aufgefallene Aehnlichkeit mit dem Kiemensack der Tunicaten zeigt, so sind wir, wie ich glaube, vollkommen berechtigt, für die Mollusken und die kiemenathmenden Wirbelthiere eine Homologie der dem Gaswechsel dienenden Organe anzunehmen.

Einfacher stellen sich die Homologieen bei dem zunächst betrachteten Nervengewebe. Wir sehen hier bei den Mollusken ganz wie bei den Wirbelthieren aus fibrillärer Substanz bestehende, membranlose, einen grossen Kern mit deutlichen Kernkörperchen besitzende uni- bis multipolare Ganglienzellen vorkommen, aus deren Substanz als unendlich fein fibrilläre Stränge die Nervenfasern hervorgehen, welche dem Axencylinder der Nervenprimitivfaser bei den Wirbelthieren entsprechen.

Was das Muskelgewebe anbetrifft, so haben wir hier vor allem in beiden Typen die Structur der contractilen Substanz als homolog anzusehen, welche — bei den verschiedensten Methoden — aus äusserst feinen varicösen Längsfibrillen, deren Nebeneinanderliegen den optischen Anschein der Querstreifung — häufiger und vollständiger innerhalb des Typus der Vertebraten wie bei den Mollusken — bedingt, zusammengesetzt erscheint. Ob inter vitam diese fibrilläre Structur bereits vorhanden war oder ob der Muskelinhalt eine halbflüssige homogene Masse darstellte, in der die sarcous elements in regelmässiger Anordnung suspendirt sind, will ich hier nicht entscheiden. Die Entscheidung dieser Frage ändert eben nichts an der Homologie. Ebensowenig die graduellen Verschiedenheiten, welche sich innerhalb des Molluskentypus in Bezug auf die Grösse und Anordnung der optisch mit denen der Wirbelthiere identischen sarcous elements vorfinden. Auch die grössere Einfachheit der histio-

logischen Anordnung des Muskelgewebes bei den Mollusken, welches nie die conplicirte Primitivbündelbildung der Wirbelthiere zeigt, kann nur einen quantitativen Unterschied bedingen. — Für die Entscheidung der Frage nach der Homologie der Muskelnervenendigung ist das vorliegende Material noch zu spärlich.

Zu den interessantesten Resultaten führt die Anwendung des Darwin'schen Princips bei der vierten Hauptgruppe der Gewebe. Auch hier überzeugt man sich ebenso leicht wie bei dem Bindegewebe von der völligen Identität, welche morphologisch die epithelialen Gewebe in beiden Typen zeigen. Wir haben in beiden Typen jene — wie es scheint, nur unter dem Einfluss bestimmter Umstände auftretende — merkwürdige Stachel- und Riff-Bildung. Bei den Mollusken sowohl wie bei den Wirbelthieren zeigen die einschichtigen Epithelien nach der bindegewebigen Grundlage zu jene so höchst räthselhafte besenartige Ausfaserung. Flimmerepithelien der Mollusken lassen sich nicht von Flimmerepithelien der Wirbelthiere unterscheiden, und in beiden Typen wird von identischen Zellen auf identische Weise eine Cuticula abgesondert.

Diese Homologieen sind in der That noch ziemlich einfacher Art. Viel interessanter und verwickelter stellen sich jedoch die Fragen nach der Natur der grossen allgemeinen Beziehungen, der grossen Gesetze, welche wir in beiden Typen in diesem Gewebe verkörpert finden. In beiden Typen finden wir überall die Grenze des Organismus gegen die Aussenwelt von Epithelien gebildet, an welche, ausserdem dass sie eine schützende Decke für das Individuum darstellen, vor allem drei hochwichtige, echt animale Functionen gebunden sind, die der Resorption, der Secretion und der Empfindung.

Am einfachsten stellt sich noch die vergleichende Untersuchung der ersteren. Bei den niedersten Formen beider Typen finden wir, dass die Resorption der Nahrungsmittel stets durch eine einfache Decke von Cylinderepithel hindurchgeht, welches auf seiner freien Fläche entweder Flimmerhaare oder eine Cuticula trägt. Stets bildet diese Epitheldecke ein in der Leibeshöhle gelegenes mit zwei Mündungen versehenes Rohr, den Darm, den wir schon in den niedrigst stehenden Formen eines jeden Typus vorfinden und mithin als homolog ansehen müssen.

Ebenso finden wir auch schon in den niedersten Formen beider Typen stets einige Epithelien für die specielle Function der Secretion

differenzirt, so z. B, bei den Tunicaten und Bryozoen sowie bei Amphioxus einige Zellen der Darmwand, welche ein gelbgefärbtes Lebersekret liefern. Erst in der fortschreitenden Entwickelung der divergenten Stammbäume sehen wir in beiden Typen ganz übereinstimmend die complicirten acinösen und tubulösen Drüsenformen auftreten. Während die Verknüpfung der Secretionsfunction mit den Epithelien an sich eine Homologie, ein Gesetz darstellt, ist dagegen diese Uebereinstimmung der höheren Drüsenformen in beiden Typen eine Analogie und wir sehen wieder, wie von gleichen Ausgangsformen das in beiden Typen gleiche Bedürfniss nach einer grösseren secernirenden Oberfläche und die Anpassung an gleiche Verhältnisse, auch zu gleichen morphologischen Resultaten, zu gleichen Formen führt.

Aber wir finden nicht allein die Function der Secretion als solche an die Epithelien gebunden, sondern die Uebereinstimmung geht noch mehr in's Einzelne. So haben wir unfraglich die Organe der Ausscheidung der harnsauren und gallensauren Salze nebst den Gallenfarbstoffen, Niere und Leber als Homologieen anzusehen. Auch die Keimdrüsen und ihre Producte, Zoospermieen und Eier sowie die nie fehlende Dotterfurchung der letzteren sind altehrwürdige beiden Typen wirklich gemeinsame Erbtheile. Auch die Becherzellen und ihr Product, den thierischen Schleim, möchte ich, obwohl dieselben bisjetzt weder bei Amphioxus noch bei den Salpen nachgewiesen sind, als Homologieen betrachtet wissen.

Vielleicht die interessantesten Fragen treten uns bei der Untersuchung der Uebereinstimmungen entgegen, welche die Organe der Empfindung in beiden Typen zeigen. In beiden Typen finden wir das grosse Gesetz von dem Zusammenhange der Nerven mit den Epithelien durchgängig verwirklicht. In beiden Typen sind es durch den Zusammenhang mit Nerven spezifisch differenzirte Epithelien, Neuroepithelien, welche die Eindrücke der ausser dem Individuum stattfindenden Vorgänge in Empfindungen umsetzen. Diese Uebereinstimmung ist sicher nur als Homologie zu deuten. Doch erheben sich sehr bedeutende Schwierigkeiten, sobald es sich darum handelt, die einzelnen Fälle dieses grossen Gesetzes zu untersuchen und die der Vermittlung identischer specifischer Sensationen dienenden anatomischen Substrate beider Typen miteinander zu vergleichen.

Beginnen wir zuerst mit dem Auge. Die einfachste Form, unter welcher sich uns dasselbe sowohl beim Beginn der Wirbelthier- wie der Molluskenreihe, bei Amphioxus und bei Salpa — den Bryozoen

fehlen die Augen gänzlich — darstellen, ist ein einfacher Pigmentfleck, in welchen der Nerv eintritt. Das Pigment sowie die von M. Schultze (wie demnächst zu veröffentlichende Untersuchungen zeigen werden) auch für die Mollusken nachgewiesene plättchenartige Structur der letzten Sehnervenenden möchte ich — obwohl sie bis jetzt weder bei Amphioxus noch bei Salpa nachgewiesen ist — doch als eine Homologie betrachten. Das beiden Typen homologe Auge wird also wahrscheinlich mehrere in Pigment eingehüllte Plättchen structurirte Nervenenden darstellen. Dagegen ist es mir sehr zweifelhaft, ob wir die Linse wirklich als ein homologes Organ betrachten dürfen. Die Salpen sowie Amphioxus zeigen Nichts derart, und es liegt für uns kein Grund vor anzunehmen, dass die ersteren wie der letztere tiefer stehen wie das niederste denkbare Mollusk und das niederste Wirbelthier.

Zu nicht minder interessanten Consequenzen gelangen wir bei Betrachtung des so oft mit dem Auge zusammengestellten Gehörorgans. Ich habe oben schon die Gründe angeführt, welche mir es wahrscheinlich machen, dass dasselbe, wenn es auch bei den Wirbelthieren wie bei den Mollusken in nahezu gleicher Form auftritt, eine in beiden Typen besonders entwickelte bestimmte Form des grossen Princips der Neuroepithelien darstellt. Jedenfalls ist Vorsicht geboten, dass wir dasselbe nicht so bedingungslos — auf die Uebereinstimmung des Otolithen bauend — unter die Homologieen einreihen.

Was die übrigen diffusen Sinnesempfindungen wie z. B. Geschmack und Geruch betrifft, von denen letzterer ganz zweifellos den Mollusken zuzukommen scheint, so wage ich in Bezug auf die Frage: Homologie oder Analogie bei dem gänzlichen Mangel der thatsächlichen Anhaltspuncte aus der Anatomie der niederen Mollusken, nicht einmal eine Vermuthung.

Ich bin mir sehr wohl bewusst, an wie vielen Mängeln dieser erste Versuch einer genaueren Analyse der zwischen dem Mollusken- und Vertebraten-Typus stattfindenden Homologieen leidet, und dass mit dem Anwachsen des histiologischen und entwickelungsgeschichtlichen Materials vielleicht schon in sehr kurzer Zeit die aufgestellte Reihe der Homologieen bedeutende Aenderungen, Vermehrungen oder Verminderungen erfahren wird. Dennoch gereut es mich nicht, wenn auch aus so kärglichem Material, diesen Versuch unternommen zu haben, und will ich, am Schlusse angelangt noch einmal ganz kurz die für beide Typen gefundenen Homologieen zusammenstellen.

1. Zusammensetzung aus zwei Antimeren.

Bindegewebe.

2. Allgemein histiologisches Verhalten desselben: Bildung der Intercellularsubstanz. Netz anastomosirender Zellen. Differenzirung zu festerem Stützgewebe durch Ablagerung von Membranen (Knorpel). Neigung zur Bildung endothelialer Gränzsäume. (Neurilemma. Sarcolemma).
3. Farblose Blutkörperchen.
4. Kiemen.

Nervengewebe.

5. Ganglienzellen und Nervenfasern. Verbindung derselben.

Muskelgewebe.

6. Structur der contractilen Substanz.
7. Muskelnervenendigung (?)

Epithelgewebe.

8. Allgemein histiologisches Verhalten desselben. Stachel- und Riffbildung; Flimmerepithelien, Epithelien mit cuticularer Absonderung, Ausfaserung nach der bindegewebigen Grundlage.
9. Begränzung des Organismus gegen die Aussenwelt.
10. Resorbirendes Cylinderepithel (Darm).
11. Secernirende Epithelien.
    a. Bereitung der Harnsäure (Niere).
    b. Bereitung der Galle (Leber).
    c. Keimdrüsen, Zoospermien, Eier, Furchung.
    d. Becherzellen.
12. Neuroepithelien.

VI. Erklärung der Abbildungen.

Die römischen Zahlen bedeuten die Nummern der Hartnack'schen Objective, die arabischen die der Oculare.

Fig. 1. IX, 2. Schnitt durch den Zungenknorpel von Neritina fluviatilis in Wasser untersucht.

Fig. 2. Bindegewebe aus der Cutis von Pterotrachea coronata mit Verästelung des Nerven N. Die Kerne der Bindegewebs- und Nervenzellen sind erst nach Zusatz eines Tropfen Essigsäure sichtbar geworden. Verschiedene Formen der Bindegewebskörperchen: a reich verästelte, b Kerne mit einem allmälig in die Grundsubstanz übergehenden Hof von Protoplasma. c kugelige Zellen ohne scharfen Contour, d mit scharfem einfachen, e mit doppeltem Contour. Bei f wird derselbe von einem Fortsatz des Protoplasma durchbohrt.

Fig. 3. VII, 3. Durchschnitt durch einen Hauthöcker von Carinaria. Die Epidermis E überzieht denselben in einfacher Lage. Die grossen doppelt contourirten Bindegewebszellen entwickeln sich in der Mitte des Präparats zu den mächtigen mit concentrischen Knorpelkapseln umgebenen Knorpelmutterzellen, zwischen denen jedoch noch die sternförmigen Bindegewebskörperchen persistiren. Frisch in Jodserum. Später ist ein Tropfen Essigsäure zugesetzt.

Fig. 4. VII, 3. Durchschnitt durch den sehr grosszelligen Kieferknorpel von Pterotrachea coronata. Frisch in Jodserum untersucht. Die Kerne sind erst nach Essigsäurezusatz hervorgetreten.

Fig. 5. IX, 2. Ein Gefässstämmchen mit seinen Verästelungen aus dem im Innern eines Armes von Octopus vulgaris befindlichen Bindegewebe, frisch in Jodserum untersucht.

Fig. 6. IX, 2. Verästelte Zellen aus dem Kopfknorpel von Octopus. Nach Essigsäurezusatz.

Fig. 7. IX, 3. Durchschnitt durch den Kopfknorpel von Sepia. Frisch in Jodserum.

Fig. 8. IX, 3. Aus dem Aequatorialring von Sepia. Zwei frische Durchschnitte in Humor aqueus. Bei b sind die Wände zwischen den einzelnen Zellen breiter wie bei a.

Fig. 9. IX, 3. Ebendaher durch Kalilauge von 33 % isolirte Knorpelzellen mit ihren von Porenkanälen durchsetzten Knorpelmembranen. Bei d sieht man deutliche Fortsetzungen des Zellprotoplasma bis zum ersten Streifen der concentrischen Schichtung sich fortsetzen. Bei e und f werden auch die seitlichen Theile der Knorpelmembran von Kanälen durchsetzt.

Fig. 10. IX, 2. Aus einem Nervenstämmchen der Haut von Octopus vulgaris.

Ein starker ungetheilter Nerv mit Neurilemma und ein sich theilender feinerer. An der Theilungsstelle liegt ein Kern.

Fig. 11. IX, 2. a einkernige, b zweikernige Muskelfaser aus dem Muskelschlauch von Pterotrachea durch Kalilauge isolirt.

Fig. 12. XV à l'immersion, 2. Die starke Vergrösserung löst die sonst homogen erscheinende Substanz einer frisch in Jodserum untersuchten Muskelfaser von Pterotrachea in Fibrillen auf.

Fig. 13. IX, 2. Muskelfaser aus dem Kiemenherzen von Octopus mit breitem körnigen Centralstreif und grobfibrillärer Muskelsubstanz.

Fig. 14. IX, 3. Ein Stück Muskelfaser aus dem Hautmuskelschlauch von Arion ater, längere Zeit mit Kali bichromicum von 2 % behandelt. An der Bruchstelle sowie an dem einen Längsrande sieht man die einzelnen feinen Fibrillen hervorstehen.

Fig. 15. IX, 3. Muskelfaser von Chiton frisch in Jodserum zerzupft. An der Bruchfläche sieht man die einzelnen Fibrillen hervorstehen.

Fig. 16. IX, 2. Muskelfasern aus dem Fuss von Neritina fluviatilis, längere Zeit mit Kali bichromicum von 2 % behandelt. Dieselben sind lang und schmal und sehr deutlich längsgestreift. An den Bruchenden sieht man die einzelnen Fibrillen hervorstehen. Die Kerne gehören dem Sarcolemma an.

Fig. 17. IX, 3. Bruchstück einer frisch untersuchten breiten sehr grobfibrillären, die Querstreifung sehr deutlich zeigenden Muskelfaser aus dem Schlundkopf von Neritina fluviatilis. Die Kerne gehören dem Sarcolemma an.

Fig. 18. IV, 2. Muskelbündel aus dem Schlundkopf von Chiton mit glänzenden kleinen Kugeln besetzt.

Fig. 19. IX, 2. Die glänzenden Kugeln erscheinen aus diffus grünlich gefärbten Zellen zusammengesetzt (a), in welchem bei b glänzende Körner eines grünen Pigments auftreten.

Fig. 20. IX, 2. Muskelnervenendigung (?) aus den Schlundkopfmuskeln einer Doridierin. Frisch untersucht.

Fig. 21. IX, 3. Linsenfasern aus den oberflächlicheren Schichten der Linse von Octopus vulgaris, die Riffbildung zeigend. Frisch in Humor aqueus.

Fig 22. IX, 2. Secundäre Tentakel von den Fühlern von Haliotis tuberculata. Frisch untersucht.

Fig. 23. IX, 2. Flimmerepithelien mit mächtig verbreitertem von den Cilien durchbohrtem Saum von den Fühlern einer Calyptraea. Frisch untersucht.

Fig. 24. IX, 2. Gelb gefärbter Mantelrand von Doris sp. mit becherförmigen Sinnesorganen. Frisch untersucht.

Fig. 25. IX, 2. Saum der hinteren Tentakel von Aplysia punctata. Frisch untersucht.

Fig. 26. IX, 2. Saum der vorderen Tentakel von Aeolis sp. Frisch untersucht.

Fig. 27. IX, 2. Durchschnitt durch die in Osmium gehärtete Haut von Arion ater. E Epithelium. n Nervenhaare. Zwischen dem schwarzen Pigment liegen Becherzellen von verschiedenen Dimensionen. Bei a münden die hellen echten Schleimzellen, bei b einzelne Zellen, von denen es nicht entschieden ist, ob sie s. g. einzellige Farbdrüsen oder nur Altersstadien von Schleimzellen darstellen.

Fig. 28. IX, 3. Eine Nervenendzelle zwischen gewöhnlichen Epithelien. Durch Maceration in Kali bichromicum hergestelltes Isolationspräparat aus der Haut von Arion empiricorum.

Fig. 29. IX, 2. Plattenepithelien der Haut von Pterotrachea, bei a mit glatten, bei b mit gezähnelten Contouren (Riffzellen).

Fig. 30. IX, 2. Freier Rand der Rüsselspitze von Pterotrachea coronata mit becherförmigen Sinnesorganen. Frisch untersucht.

Fig. 31. IX, 3. Cuticulare Epithelzellen der Rüsselspitze von Pterotrachea. Bei a mit, bei b ohne Cuticula (Isolationspräparat).

Fig. 32. VII, 2. Spitze des Tentakels von Carinaria. Frisch untersucht.

Fig. 33. VII, 3. Durchschnitt durch die Haut von Octopus vulgaris. Halbschematisch. a Epithelium mit Cuticula. Nervenhaaren und Becherzellen. b Faserschichte. c Chromatophorenschichte mit theils contrahirten theils expandirten Chromatophoren. d Flitternschichte.

Fig. 34. IX, 2. Durch Maceration in Kali bichromicum hergestellte Isolalationspräparate aus der Haut von Octopus. a cuticulare Epithelien mit b ohne Cuticula. c, d einzelne und zusammenhängende Becherzellen.

Fig. 35. IX, 2. Hohe Cylinderepithelien von der Lippe von Octopus vulgaris mit Oxalsäure behandelt, bei a mit, bei b ohne Cuticula.

Fig. 36. IX, 2. Chromatophore von Loligo vulgaris im Zustand der Ruhe. Frisch untersucht.

Fig. 37, 38. IX, 2. Dieselbe in zwei verschiedenen Expansionszuständen.

Fig. 39. IX, 3. Zwei Insertionsstellen von Muskelfasern an eine Chromatophore von Loligo vulgaris. Frisch mit Essigsäurezusatz.

Fig. 40. IX, 2. Chromatophore von Sepiola Rondeletii mit den Muskelfasern aus der Haut eines mehrere Jahre in Spiritus gelegenen Exemplars isolirt.

Fig. 41. IX, 3. Chromatophore von Loligo im Beginn der Expansion.

Fig. 42. IX, 3. Chromatophore von Sepia officinalis im ruhenden Zustande. Frisch untersucht.

Fig. 43. IX, 2. Aus der Haut einer jungen Sepia. Frisch untersucht.

Fig. 44. IX, 2. Flittern aus der Haut von Sepia officinalis. Frisch untersucht.

Fig. 45. IX, 2. Gehörorgan von Neritina fluviatilis. Frisch untersucht.

Fig. 46. IX, 2. Gehörorgan von Succinea amphibia. Frisch untersucht.

Fig. 47. IX, 2. Gehörorgan von Pterotrachea coronata. Frisch untersucht. Bei a befinden die Hörhaare sich im Zustand der Ruhe, bei b in verschiedenen Stadien der Action.

Fig. 48. IX, 2. Aus der Wand der mit Osmium von 1 % behandelten Ge-

hörblase von Pterotrachea mutica. Zwischen indifferenten Epithelien Polsterzellen mit Borstenhaaren.

Fig. 49. IX, 2. Polsterzellen aus der mit Kali bichromicum behandelten Wand von Pterotrachea mutica, welche mit einer glänzenden feinen Nervenfaser in Verbindung stehen.

Fig. 50. IV, 2. Gehörplatte von Octopus macropus mit Osmium behandelt. Um die Auflösung des Nerven besser zeigen zu können, ist das auf der Rückenfläche der Platte verbreitete feine Capillarnetz fortgelassen.

Fig. 51. IX, 2. Zelleumosaik derselben Gehörplatte von der Fläche. Frisch untersucht.

Fig. 52. IX, 2. Zwei der grossen das Mosaik bildenden Nervenzellen im Profil. Frisch zerzupftes Präparat.

Fig. 53. IX, 2. Gehörleiste von Octopus macropus, von oben, mit Osmium behandelt. Im Innern der Zellen erscheinen die punktförmigen Durchschnitte der Protoplasmastränge.

Fig. 54. IX, 2. Dieselbe im Durchschnitt gesehen. Ebenfalls Osmiumpräparat.

Fig. 55. IX, 2. Nierenzellen von Helix hortensis mit harnsauren Concretionen. Frisch untersucht.

Fig. 56. IX, 2. Nierenzellen von Helix pomatia. Um die harnsauren Concretionen finden sich Andeutungen von Secretbläschen. Frisch untersucht.

Fig. 57. IX, 2. Bei a einzelne, bei b zu einem Mosaik angeordnete Nierenzellen von Helix arbustorum. Um die harnsauren Concretionen hat sich ein scharfcontourirtes Secretbläschen ausgebildet.

Fig. 58. IX, 2. Nierenzellen von Octopus vulgaris mit körnig crystallinischen Concretionen, die in das Protoplasma eingebettet sind.

Fig. 59. IX, 2. Acinus aus der oberen Speicheldrüse von Octopus vulgaris von einem Schlauch von Muskelfasern umgeben. Frisch untersucht in Humor aqueus.

Fig. 60. IX, 2. Derselbe im Querschnitt.

Fig. 61. IX, 2. Durch Maceration in kalt concentrirter Oxalsäure hergestellte Isolationspräparate. a Epithelien in mehr weniger vorgeschrittenen Stadien der Secretion. b Muskelfasern.

Fig. 62. IX, 3. Sperma von Chiton.

Fig. 63. IX, 2. Sperma von Bulla.

Fig. 64. IX, 2. Sperma von Octopus.

Fig. 65. IX, 2. Sperma von Sepia.

Fig. 66. IX, 2. Eier aus dem Ovarium von Pterotrachea coronata.

Fig. 67. IX, 2. Aus dem Trichterorgan von Octopus vulgaris. Frische Isolationspräparate.

Druck von Carl Georgi in Bonn.

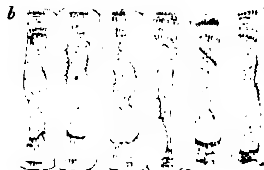
Druckfehlerverzeichniss.

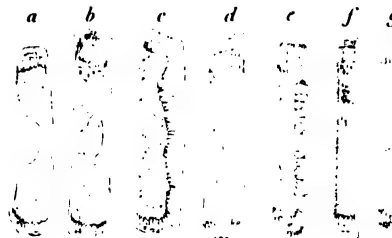
Seite	20	Zeile	13 v. o.	lies :	bloss	statt	blos
—	20	—	26 v. o.	—	Winkel	—	Wiukel
—	23	—	11 v. u.	—	dicht	—	dieht
—	29	—	10 v. o.	—	Querstreifen.“	—	Querstreifen.
—	30	—	20 v. u.	—	Muskelfaser	—	Molluskenfaser
—	32	—	9 v. u.	—	interstitiellen	—	intersitiellen
—	38	—	17 v. o.	—	aqueus	—	aquens
—	48	—	9 v. u.	—	hervorstehenden	—	hervorgehenden
—	51	—	13 v. o.	—	Hautpartieen	—	Hauptpartieen
—	53	—	14 v. u.	—	sind mit gelben	—	sind gelben
—	54	—	3 v. o.	—	verstreut	—	verstrent
—	55	—	3 v. o.	—	untersucht;	—	untersucht
—	57	—	15 v. u.	—	derselben,	—	derselben.
—	64	—	19 v. u.	—	vulgaris,	—	vulgaris.
—	65	—	18 v. u.	—	Essigsäure	—	Essigsänre
—	66	—	3 v. u.	—	Contour,	—	Contour.
—	69	—	6 v. u.	—	bloss	—	blos
—	74	—	8 v. u.	—	Contour	—	Conturo
—	76	—	10 v. u.	—	an	—	am

7.



8.



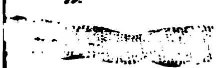


9.

21.



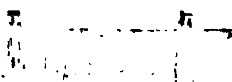
17.



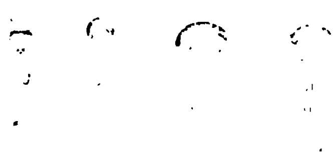
22.



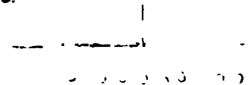
26.



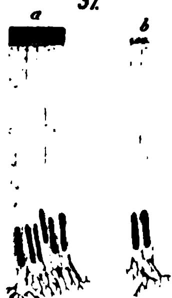
23.



5.



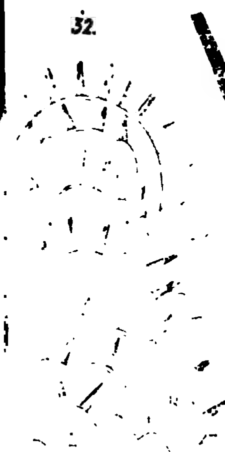
31.



35.



32.



39.

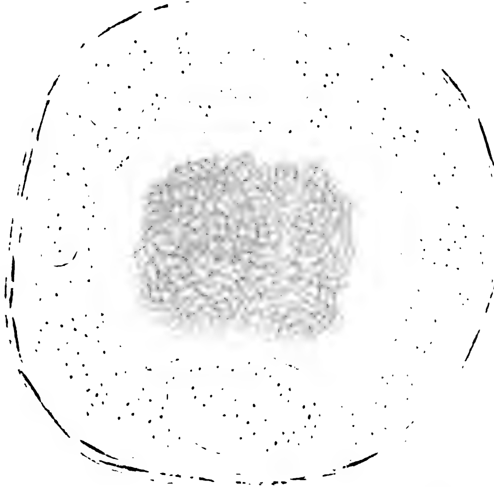


Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

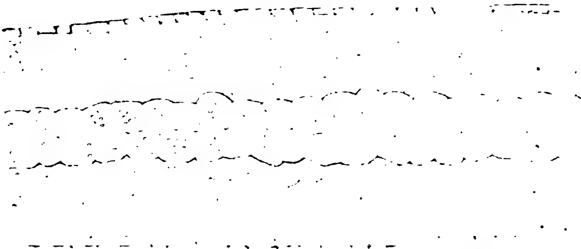
44.

48.

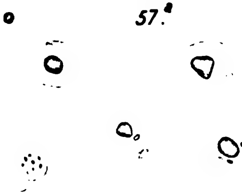
46.



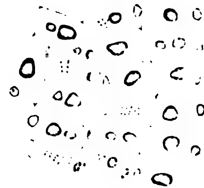
53.



57.[a]



57.[b]



56.

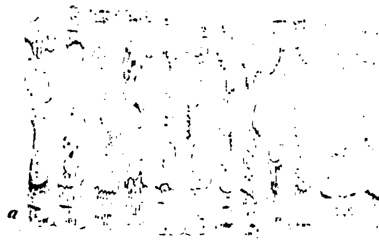


Druckfehlerverzeichniss.

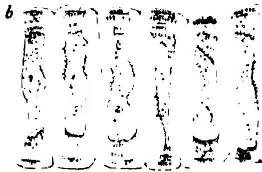
Seite	20	Zeile	13 v. o.	lies :	bloss	statt	blos
—	20	—	26 v. o.	—	Winkel	—	Wiukel
—	23	—	11 v. n.	—	dicht	—	dieht
—	29	—	10 v. o.	—	Querstreifen.“	—	Querstreifen.
—	30	—	20 v. u.	—	Muskelfaser	—	Molluskenfaser
—	32	—	9 v. u.	—	interstitiellen	—	intersitiellen
—	38	—	17 v. o.	—	aqueus	—	aquens
—	48	—	9 v. u.	—	hervorstehenden	—	hervorgehenden
—	51	—	13 v. o.	—	Hautpartieen	—	Hauptpartieen
—	53	—	14 v. u.	—	sind mit gelben	—	sind gelben
—	54	—	3 v. o.	—	verstreut	—	verstrent
—	55	—	3 v. o.	—	untersucht;	—	untersucht
—	57	—	15 v. u.	—	derselben,	—	derselben.
—	64	—	19 v. u.	—	vulgaris,	—	vulgaris.
—	65	—	18 v. u.	—	Essigsäure	—	Essigsänre
—	66	—	3 v. u.	—	Contour,	—	Contour.
—	69	—	6 v. u.	—	bloss	—	blos
—	74	—	8 v. u.	—	Contour	—	Conturo
—	76	—	10 v. u.	—	an	—	am

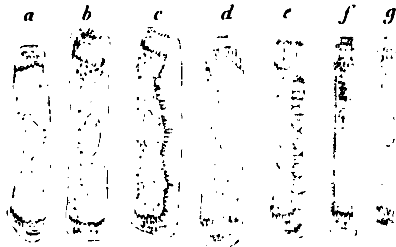
7.





8.





9.

Die Stäbchen in der Retina der Cephalopoden und Heteropoden.

Von

Max Schultze.

Hierzu Taf. I u. II.

Die Erweiterung unserer Kenntniss der feineren Structur der Retina-Stäbchen der Wirbelthiere, welcher ich im 3. Bande dieses Archivs p. 215 eine ausführliche Darstellung gewidmet habe, veranlasste mich, die analogen Gebilde im Auge wirbelloser Thiere einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen. Die Resultate meiner zunächst auf Krebse und Insecten ausgedehnten Beobachtungen [1]) bestätigen die Voraussetzung, dass Structuren, welche allem Anscheine nach mit dem Perceptionsvorgange der Lichtwellen in Zusammenhang stehen, nicht auf die Wirbelthiere beschränkt vorkommen. Dass die lamellöse Structur der Zapfen- und Stäbchen-Aussenglieder der Retina der Wirbelthiere ebenso wie die geschichteten Plättchen der Sehstäbe der Krebse und Insecten zu complicirten Reflexionsvorgängen Veranlassung geben, kann keinem Zweifel unterliegen. Auf diesem Zurückwerfen des einfallenden Lichtes beruht zunächst das bekannte Leuchten der Augen, welches auch bei Gliederthieren vorkommt, z. B. bei den Nachtschmetterlingen durch die von mir angegebene Methode sehr leicht beobachtet werden kann. Die complicirten Vorgänge im Innern eines solchen aus vielen Plättchen geschichteten reflectirenden Stabes, welche unter bestimmten Voraussetzungen zur Entstehung stehender Lichtwellen führen müssen, wie W. Zenker ausführlich gezeigt hat [2]), geben unzweifelhaft aber auch Veranlassung zu einer bedeutenden Absorbtion von Licht in der Stäbchensubstanz selbst, welche Absorbtion nach dem Gesetze der Erhaltung

1) Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten. Bonn 1868.

2) Dieses Archiv Band III, 1867, p. 249.

der Kraft doch in letzter Instanz nothwendige Vorbedingung zur Umwandlung der Lichtbewegung in Nervenbewegung sein wird. Hiernach und nach den Auseinandersetzungen von Zenker gewinnt die Plättchenstructur einen hohen Werth für Betrachtungen über das Wesen des Perceptionsvorganges selbst, welcher an die Stäbchen und Zapfen geknüpft sein muss sofern diese Gebilde die Endorgane der Sehnervenfasern darstellen, sei es, dass die ganzen Stäbchen aus Nervensubstanz bestehen, oder dass nur feine Nervenfasern im Innern oder auf der Oberfläche der Stäbchen verlaufen.

Bei der geringen Ausdehnung, welche die Untersuchungen der percipirenden Netzhautelemente wirbelloser Thiere bisher gewonnen haben, ist an eine Ableitung allgemeiner Gesetze noch nicht zu denken. Vor Allem schien mir wünschenswerth eine genauere Prüfung des Baues der Stäbchenschicht in der Retina der Mollusken, unter denen wieder die Cephalopoden und Heteropoden sich durch besonders entwickelte Augen auszeichnen. Ich begab mich demgemäss im April vor. Jahres nach Nizza, woselbst es mir gelang, das hinreichende Material an lebendigen Thieren der genannten beiden Molluskenordnungen zu erhalten und die nachfolgenden Untersuchungen anzustellen.

Die ausserordentliche Entwickelung der Netzhaut im Auge der Cephalopoden und speciell ihrer Stäbchenschicht ist seit lange bekannt. Seit Wharton Jones von Valentin, Joh. Müller, A. Krohn, Kölliker, H. Müller und anderen bestätigten Untersuchungen wissen wir, dass diese Stäbchenschicht dem Glaskörper zugekehrt ist, also die umgekehrte Lage hat als bei den Wirbelthieren. Genaue mikroskopische Untersuchungen der Stäbchen mit Hülfe starker Vergrösserungen und verschiedener erhärtender Flüssigkeiten stellten Hensen[1]) Babuchin[2]) und Steinlin[3]) an. Auf diese Arbeiten

1) Ueber das Auge einiger Cephalopoden Leipzig 1865. (Aus dem 15. Bande der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie abgedruckt.) Hier findet sich auch die ältere Literatur vollständig angeführt. Eine vortreffliche Durchschnittszeichnung des Auges von Nautilus von Hensen findet sich in Bronn's von Keferstein fortgesetztem Werk »Die Klassen und Ordnungen des Thierreichs« Mollusken Taf. 115.

2) Eine russisch geschriebene Abhandlung von Babuchin aus dem Jahr 1864 hat Hensen in seiner Monographie p. 37 übersetzt. Ausführlicheres in der Würzburger naturwiss. Zeitschrift Bd. V, 1864, p. 125.

3) Beiträge zur Anatomie der Retina. St. Gallen 1865/6, p. 70.

werde ich unten näher eingehen, hier sei nur soviel bemerkt, dass keiner dieser Forscher einer Andeutung von Plättchenschichtung an den Stäbchen der Cephalapoden Erwähnung thut. Die von mir in Nizza lebend zur Untersuchung benutzten Thiere gehörten den Gattungen Octopus, Eledone, Sepia und Loligo an. Halbirt man die frischen Augen im Aequator oder etwas vor demselben, so fliesst der Glashörper, welcher dünnflüssig ist, aus, die Retina aber bleibt vollkommen glatt an der inneren Oberfläche der hinteren Hälfte liegen und kann nun in einem Schälchen mit Serum weiteren Präparationen unterworfen werden. Die Vorräthe von Jodserum, welche ich mit nach Nizza genommen hatte, leisteten bei denselben vortreffliche Dienste. Die Farbe, in welcher sich an solchen Präparaten die Retina zeigt, ist nach Arten und Individuen verschieden, bald dunkel schwarzbraun, bald blass rosenroth, je nach der bereits von früheren Beobachtern beschriebenen verschiedenen Pigmentirung der Stäbchenschicht. Die rosenrothe Farbe beruht auf einer diffusen Färbung der ganzen Dicke der Stäbchenschicht (Fig. 16), ist aber nur an frischen Exemplaren sichtbar, wo ihrer schon Krohn Erwähnung thut [1]). Mit dem Mikroskop ist sie nur an dickeren Schichten abgelöster Stäbchen erkennbar. Dieselbe kann für die Betrachtung mit blossem Auge mehr oder weniger vollständig verdeckt werden durch braunschwarze körnige Pigmentirungen, welche sich bei manchen Arten innerhalb der Stäbchenschicht vorfinden und ihren Sitz oft unmittelbar an der dem Glaskörper zugekehrten Oberfläche der Retina, also an dem freien Ende der Stäbchen haben, daneben aber auch die ganze Dicke der Stäbchenschicht in verschiedener Intensität einnehmen. Die tiefste Pigmentirung habe ich übereinstimmend mit Hensen und Andern bei Octopus vulgaris beobachtet, doch durchaus nicht bei allen Exemplaren gleichmässig, auch nicht an allen Stellen der Retina. Fast ganz pigmentfrei und von der schönsten rosenrothen Farbe sah ich die Stäbchenschicht im Auge eines grossen Exemplars von Loligo sagittata. Bei Sepia traf ich verhältnissmässig wenig Pigment, ebenso bei Octopus macropus und Eledone, doch variirt das Verhalten sehr, woraus die nicht vollständige Uebereinstimmung meiner Angaben mit den bezüglichen von Hensen und

1) Nachträgliche Beobachtungen etc in den Acta Leopoldina Bd. XIX, 2, 1842, p. 44. Vergl. auch Hensen l. c. p. 39: »In der frischen Retina haben sie (die Stäbchen) einen röthlich schimmernden homogenen Inhalt.«

Babuchin sich einfach erklärt. Letzterer Forscher nimmt auch an, dass das Pigment während des Lebens in der Stäbchenschicht wandern könne.

Um eine Vorstellung von dem Ansehen der frischen Cephalopoden Retina zu geben, bilde ich in Fig. 1 einen Durchschnitt senkrecht auf die Oberfläche der Retina von Loligo sagittata ab, den ich in Serum anfertigte, und bei etwa 150facher Vergrösserung zeichnete; a stellt die homogene Membran (Hensen) dar, welche die Retina nach innen abschliesst und von älteren Autoren limitans oder hyaloidea genannt wird, b sind die langen Stäbchen, b′ ihr äusseres, bei allen Cephalopoden stark pigmentirtes Ende, c sind kernhaltige Spindelzellen, welche sich an die Stäbchen anschliessen und bei d in ein feines Fasergewebe auflösen, in welches die Opticusfasern e übergehen. Im Gegensatz zu diesem Bilde zeigt ein Schnitt durch die Retina von Octopus vulgaris (Fig. 24 nach einem erhärteten Präparat) noch eine dunkel braunschwarze Pigmentzone dicht unter der homogenen Membran, und bei stärkster Pigmentirung erstrecken sich ausserdem dichte Streifen körnigen dunkelbraunen Pigmentes durch die ganze Dicke der Stäbchenschicht. Diese Gegensätze finden sich auch ausgedrückt in den beiden Figuren 66 und 68 der Taf. XVIII von Hensens Abhandlung, Sepia und Eledone betreffend. Die rothe Farbe dieser nach Erhärtung der Retina in Müller'scher Flüssigkeit gefertigten Zeichnungen von Hensen ist durch Carminimbibition erzeugt, während die meiner Fig. 1 die natürliche der lebenden Retina darstellt. In den Hensen'schen Abbildungen ist die homogene Membran nicht mit aufgenommen. Diese Haut erhält sich nur an den frischesten Präparaten in festerer Verbindung mit den Stäbchen. An den meisten auf die oben angegebene Weise geöffneten Augen von zwar noch lebenden doch schon matten Cephalopoden, wie man sie auf den Fischmärkten findet, wird man bei genauer Betrachtung der in Serum schwimmenden hinteren Hälfte des Bulbus, also nach Entfernung des Glaskörpers, die in Rede stehende Membran sich falten und abheben sehen, so dass es nunmehr nur eines leichten Zuges mit der Pincette bedarf, um sie von der ganzen inneren Oberfläche der Retina im Zusammenhange zu entfernen. Ueber die Art der Verbindung dieser homogenen Membran mit den Stäbchen habe ich keine über die meiner Vorgänger hinausgehende Untersuchungen angestellt. Die Verbindung lockert sich bei der ersten an den Stäbchen auftretenden Zersetzung. Diese

äussert sich an den inneren Enden der Stäbchen durch Quellen und Hervortreten tropfenartiger Bildungen, welche Pacini und Vintschgau für Epithelzellen hielten, und die auch Steinlin [1]) wieder als solche beschreibt, freilich ohne Hensen's richtige Angaben [2]) über ihre Entstehung zu kennen, denen ich vollkommen beistimme.

Die Stäbchen sind im frischen Zustande nicht zu isoliren, und dies ist der erste auffallende Unterschied, welcher dem Beobachter entgegen tritt gegenüber dem bekannten Vorkommen bei allen Wirbelthieren, bei denen die Stäbchen beim Zerzupfen der Retina grossentheils sofort auseinander fallen und frei in der umgebenden Flüssigkeit umherschwimmen. Bei den Cephalopoden sind sie zu einer zähen, parallelstreifigen Masse vereinigt, aus welcher sich erst nach eingreifenden Macerationen Pallisaden auf längere Strecke mehr oder weniger vollständig isoliren lassen. Dünne Schichten in Serum so frisch wie möglich zerzupfter Retinastückchen zeigen bei 4—500 mal. Vergrösserung ein Ansehen wie Fig. 2, welche einem Octopus mit wenig pigmentirter Retina entnommen ist, und an welcher a a die dem Glaskörper zugewandte freie Seite der noch unveränderten aber mit der homogenen Membran nicht mehr in Verbindung stehenden Stäbchen darstellt. Man bemerkt in der röthlichen Substanz glänzende starklichtbrechende Streifen wie Fasern, von einer gewissen wechselnden Breite, und diesen parallele fadenförmige körnige Pigmentstreifen. Alles klebt fest zusammen, lässt sich durch Druck zerquetschen aber nicht in deutliche Pallisaden trennen, welche wie die Streifung andeutet, doch offenbar vorhanden sind. Bald beginnt an der freien Fläche der Stäbchen eine Quellung, ein Austreten von kugligen tropfenförmigen Massen (Fig. 4 aa), zwischen denen die starklichtbrechenden Streifen in mannigfachen Formen gebogen oder ohne scharfe Grenze in die gequollene Masse übergehend ihre Lage haben. Schon im nicht gequollenen Zustande bemerkt man bei 600 -800 mal. Vergrösserung an einzelnen dieser stärker brechenden Streifen eine feine Querstreifung wie an Muskelfibrillen, nur viel dichter, bei beginnender Quellung und Anwendung noch stärkerer Vergrösserungen tritt diese Querstreifung sehr deutlich hervor und zeigt sich begründet in einer abwechselnden Schichtung stark glänzender und minder glänzender Substanz. Wie Fig. 4 aa zeigt, biegen

1) l. c. p. 71.
2) l. c. p. 80.

sich einzelne solcher Streifen, indem sie quellen, hirtenstabförmig um und lassen in dieser Form ihre Zusammensetzung aus isolirbaren Plättchen von äusserst geringer Dicke erkennen, zwischen denen die minder stark glänzende Substanz gelegen ist. Ein solcher deutlich in Scheibchen zerfallender Streifen ist in Fig. 4 xx bei 1000 mal. Vergrösserung abgebildet. Die Dicke der glänzenden Plättchen betrug hier wie in mehreren anderen Präparaten $^1/_4$—$^1/_3$ Mikromillimeter. Bei fortgesetzter Quellung und Zersetzung nach dem Tode geht diese Structur bald verloren, namentlich an dem freien Ende werden die Plättchen bald unkenntlich und tragen nun mit den Tropfen gequollener Zwischensubstanz zur Bildung der von frühern Beobachtern beschriebenen z. Th. für Zellen gehaltenen Blasen bei.

Die in Rede stehenden quergestreiften Bänder, welche genau radiär und einander parallel die Stäbchenschicht durchziehen, aber eigenthümlich unsichere Grenzen zeigen, lassen sich nicht isoliren, aber es ist deutlich zu erkennen, dass sie selbst nicht pigmentirt sind, sondern dass das schwarzbraune Pigment in allen Fällen neben ihnen gelagert ist. Hier existirt eine Zwischensubstanz von grosser Weichheit, in welcher ich frisch keinerlei Structur zu erkennen vermochte ausser der wechselnden Menge von Pigmentkörnchen. Die Breite der quergestreiften Bänder schwankt in einem und demselben Präparat sehr, oft ist es unmöglich, sie scharf einzustellen und ihre Dicke zu bestimmen. Doch habe ich constant bemerkt, dass dieselben bei Sepia feiner und in gegebenem Raum zahlreicher sind als bei Octopus und Loligo. Die vorderen Enden dieser Bänder an der homogenen Membran sind sehr schwer zu bestimmen, da sie sich sofort nach dem Oeffnen des Auges verändern. Einige Male habe ich geglaubt, schlingenförmige Umbiegungen, wie am am rechten Rande von Fig. 4 gezeichnet ist, zu sehen. Die hinteren Enden hören in einer dunkel pigmentirten Gegend wie es scheint plötzlich auf.

Es existiren hiernach also in der Stäbchenschicht der Cephalopoden Pallisaden, Streifen oder Bänder, welche ähnlich den Aussengliedern der Wirbelthierstäbchen und Zapfen eine feine Querstreifung zeigen und sich in Plättchen zerlegen lassen, welche wie Glasplatten über einander gepackt durch eine minder glänzende also das Licht schwächer brechende Masse mit einander verkittet sind. Diese Streifen durchziehen die ganze Dicke der Stäbchenschicht und sind durch eine an vielen Stellen pigmentirte Zwischensubstanz

mit einander verklebt. Die Existenz in Plättchen zerlegbarer Substanz in den Sehstäbchen ist den früheren Beobachtern der Cephalopodenretina unbekannt geblieben, hauptsächlich wohl, weil sie der Untersuchung im frischen Zustande weniger Zeit widmeten, als der erhärteter Augen[1]), welche die Plättchenschichtung der Stäbchenschicht nicht entfernt so deutlich zeigen wie frische Präparate.

Allerdings ist die Anwendung erhärtender und macerirender Flüssigkeiten von der grössten Bedeutung für die weitere Erforschung der Stäbchenschicht der Cephalopoden. Erst durch dieses Hülfsmittel werden wir in den Stand gesetzt, den wichtigen Angaben von Babuchin und Hensen zu folgen, und dasjenige zu isoliren, was jene Forscher Stäbchen genannt haben, Ich bediente mich ausser der Chromsäure und dem doppelt chromsauren Kali mit dem grössten Vortheil der Oxalsäure in concentrirter oder zur Hälfte mit Serum versetzter mässiger Lösung, des Jodserum und der Ueberosmiumsäure. Der Erfolg der Einwirkung dieser Flüssigkeiten ist meist ein solcher, dass die Stäbchenschicht beim Zerzupfen in einzelne Pallisaden oder in Pallisadengruppen zerfällt. Das ist verschieden nach der Dauer der Einwirkung, aber auch nach den Gegenden der Retina und den Thierspecies. An manchen Stellen gelingt es sofort, z. B. nach $^1/_2$—1stündiger Einwirkung der Oxalsäurelösungen die Prismen der Stäbchenschicht zu isoliren, an anderen Stellen gelingt dies nur sehr unvollständig oder gar nicht, indem immer ansehnliche Massen dieser Prismen in Zusammenhang bleiben. Durch $^1/_2$—1stündige Maceration in Oxalsäure und Serum isolirte Stäbchen und Bruchstücke von solchen stellen die Figuren 5—9 dar. Nach längerer Erhärtung der Netzhaut in 2% Lösung von Kali bichromicum isolirte Stäbchen finden sich Fig. 13 abgebildet. Zusammenhängende Stäbchenmassen, die sich in sehr verschiedener Grösse beim Zerzupfen abspalten und nur unvollständig weiter trennen lassen, bietet besonders Octopus macropus. Solche Bruchstücke aus Kali bichromicum stellen Fig. 3 und 25 dar. Endlich finden sich in ihrer ganzen Länge und im Zusammenhang mit den äusseren Schichten der Retina isolirte Stäbchen von Octopus vulgaris in Fig. 10.

Die bezeichneten Bilder sind nicht leicht zu verstehen und jedenfalls nicht ausreichend, um eine klare Vorstellung von dem zu geben,

---

1) Vergl. Hensen l. c. p. 39 unten.

was man ein Stäbchen der Retina zu nennen habe. Bleiben die Pallisaden gruppenweise untereinander im Zusammenhang wie in Fig. 3 und 25, so sieht man nicht viel mehr als an der frischen Retina, d. h. stärker lichtbrechende Bänder, an denen auch im erhärteten Zustande oft mit überraschender Schärfe die feine Querstreifung hervortritt, und eine Zwischensubstanz, welche stellenweise pigmentirt ist. Es ist kein regelmässiger Wechsel in der Anordnung dieser beiden Substanzen zu erkennen, was stärker und was schwächer lichtbrechend lässt sich oft so wenig deutlich von einander unterscheiden, dass Klarheit über die Reliefverhältnisse der hier vereinigten pallisadenförmigen Elemente durchaus nicht zu gewinnen ist, wie auch Hensen hervorhebt.[1]) Charakteristisch ist, dass diese Elemente sehr leicht in der Quere durchbrechen wie ebenfalls Hensen beobachtete, und beim Zerzupfen gern in oft sehr kleine Bruchstücke zerfallen. Bei solchen Präparaten kommt es vor, wie Fig. 25 abgebildet ist, dass aus den Bruchflächen feine Fäden hervorragen, die von Hensen entdeckten wahrscheinlich nervösen Fasern innerhalb der Stäbchenschicht, auf die ich unten zurückkomme. Es gehört ein eigenthümlicher Macerationsgrad dazu, solche Präparate dieser Fasern zu erhalten, wie das abgebildete darstellt. Wenigstens sieht man an sonst vortrefflich erhaltenen ähnlichen Präparaten oft nichts von diesen Fasern.

Wir wenden uns zunächst zur Betrachtung solcher Präparate, an denen eine vollständige Isolirung stäbchenartiger Gebilde stattgefunden hat, wie sie z. B. bei Octopus vulgaris leicht zu erreichen ist. Eine grosse Zahl der hier zu isolirenden pallisadenförmigen Gebilde bietet ein Ansehn wie Fig. 13 a, b, c, d, in welchen vier vordere, dem Glaskörper zugekehrte pigmentirte Stäbchenenden in verschiedener Lage bei 800 – 1000 mal. Vergr. abgebildet sind. Man sieht in a, b und c zwei starklichtbrechende, quergestreifte Randparthieen einen mit Pigment erfüllten centralen Raum einfassen, welcher am vorderen Ende eine Erweiterung erfährt und hier einen dicken Pigmentknopf einschliesst. Drehung dieser Gebilde um ihre Längsaxe zeigt, dass der pigmentirte Raum kein Axenkanal von kreisförmigem Querschnitt sein kann. Die Pigmentkörner liegen vielmehr in einem das Stäbchen wie ein Septum halbirenden Raum, so dass bei einer Drehung von a um beinahe 90° eine Ansicht wie

1) l. c. p. 40.

in d entsteht. Diese Bilder erklären sich vollkommen durch Betrachtung der in Fig. 14 abgebildeten Stäbchenquerschnitte. Zwei glänzende halbmondförmige Gebilde fassen einen vorn fast kreisförmigen (a, b), mehr nach hinten (c) stark abgeplatteten pigmentirten Raum ein, auf welchen man in Fig. 13 a von der schmalen, in d von der breiten Seite blickt, in welchem also die Pigmentkörnchen in Form zartester Längsstreifen angeordnet sind.

Die Querstreifung ist am deutlichsten bei einer Lage des Stäbchens, bei welchem das Licht den längsten Weg durch die bezügliche Substanz zurückzulegen hat (Fig. 13 a), am wenigsten deutlich, fast ganz verschwindend bei einer Lage rechtwinklig auf jener ersten, also wie in Fig. 13 d.

Diese Bilder stimmen, abgesehen von der feinen Querstreifung wesentlich überein mit dem, was uns Babuchin vom Bau der Cephalopodenstäbchen mitgetheilt und in den Figuren III, IV und VI seiner Tafel[1]) abgebildet hat. Noch grösser ist die Uebereinstimmung dieser Babuchin'schen Abbildungen mit meinen Figg. 5, 6 und 10, welche frischen Präparaten von Octopus vulgaris entnommen sind, die $1/2$ Stunde in einer mit Jodserum zur Hälfte verdünnten concentrirten Oxalsäurelösung macerirt waren. Wir haben hier Stäbchen vor uns, welche innerhalb zweier Leisten starklichtbrechender Substanz einen pigmentirten Raum enthalten, dessen Pigment am vorderen und hinteren Ende des Stäbchens besonders reichlich abgelagert ist. Die Breite dieser stark lichtbrechenden Leisten ist nicht überall gleich, sie ändert sich mit der Drehung um seine Längsaxe an jedem einzelnen Stäbchen und ist offenbar auf einen ähnlichen Bau zurückzuführen, wie bei Fig. 13 und 14. Auch den Zusammenhang dieser Stäbchen mit den äusseren Schichten der Netzhaut fand ich ganz wie Babuchin in seiner Fig. I und XI abbildet. Aus jedem Stäbchen entwickelt sich an dessen äusserem stark pigmentirten Ende eine spindelförmige Faser ungefähr von der Dicke des Stäbchens, in deren Innerem ein eiförmiger Kern liegt (Fig. 10 und 11 c. c). Diese Fasern laufen gestreckt nebeneinander in derselben Richtung wie die Stäbchen. Jede derselben löst sich meinen Beobachtungen zufolge an ihrem äusseren Ende in ein Bündel varicöser Fäserchen auf von äusserster Zart-

1) Würzburg. Verhandl. 1864, Bd. V, Taf. IV. Vergl. auch die Copien Babuchin'scher Zeichnungen bei Hensen Taf. XIV, Fig. 28 c.

heit und Vergänglichkeit, welche sich bei sehr glücklicher Maceration und cc 1000maliger Vergrösserung ausnehmen wie Fig. 11 d. Sie biegen nach längerem oder kürzerem Verlaufe direct in die Nervenfaserschicht der Retina um und verlieren sich hier in einem Gewirr von Nervenfibrillen.

Präparate von solcher Vollkommenheit wie die abgebildeten liessen bei hinreichend starker Vergrösserung eine feine Strichelung der Stäbchenfaser c wahrnehmen, so dass die Einzelfibrillen, in welche eine jede dieser letzteren bei d zerfällt, in dieser bereits vorgebildet zu existiren scheinen, und hiernach jedes Stäbchen mit einem ansehnlichen Bündel feinster Fibrillen in Verbindung steht. An der pigmentirten Stelle b verschmälern sich die Stäbchen constant und zwar durch Verschwinden der stark lichtbrechenden Streifen (Fig. 11 b). Einige Male ist es mir so vorgekommen, als wenn hier eine fein fibrilläre Masse in das Stäbchen, also in den pigmentirten Raum desselben einträte. Doch hat mir eine Isolirung von Fibrillen an diesem Orte nicht gelingen wollen. Die kernhaltigen Stäbchenfasern sind auch von Steinlein isolirt und Fig. 34 Taf. III. l. c. abgebildet worden.

Aber nicht alle Stäbchen der Cephalopoden zeigen denselben Bau, sie variiren in einer und derselben Retina und bei verschiedenen Arten. Die nunmehr zu beschreibenden Formen entnahm ich vorzugsweise der Retina von Octopus macropus. Die Stäbchen sind hier oft nur an ihrem äusseren Ende, also am Uebergang in die Stäbchenfasern, pigmentirt. Isolirte Stäbchen dieser Art zeigten beim Drehen um die Längsaxe häufig vier glänzende Längsleisten (Fig. 7 u. 8), welche in gleichen Entfernungen von einander herablaufend den Eindruck machten, als wenn das Stäbchen vierkantig mit stark vorspringenden Kanten sei.[1]) In einzelnen Fällen war auch hier ein Pigmentstreifen im Innern, in anderen haftete Pigment den hohlkehlenartig ausgehöhlten Seitenflächen aussen an. Die meisten Stäbchen wenigstens gewisser Gegenden der Retina von Octopus macropus liessen sich aber überhaupt nicht isoliren, sie hingen auch nach Anwendung derselben Macerationsmittel, welche bei Octopus vulgaris zur Isolirung führten, gruppenweise zusammen und boten

---

1) Dieser Ansicht zufolge und übereinstimmend mit den später zu beschreibenden Querschnittsbildern ist das Bild der Stäbchenbruchstücke Fig. 7 u. 8 am oberen Ende vervollständigt.

ein Bild wie es oben schon beschrieben und Fig. 3 und 25 abgebildet wurde, in welchem von einer deutlichen Wahrnehmung der Reliefverhältnisse der einzelnen Stäbchen nicht die Rede sein konnte. Hier gab es nur ein Hülfsmittel um die Formen der so zusammenhängenden Stäbchen zu enträthseln, nämlich die Anlegung künstlicher Querschnitte. Schon Babuchin und Hensen haben sich mit Anfertigung solcher Querschnitte beschäftigt, sind in der Deutung der auf solche Weise gewonnenen Bilder aber nicht in Uebereinstimmung. In der That ist die Mannigfaltigkeit der Formen, welche die Vergleichung einer Reihe gut gelungener Querschnitte verschiedener Netzhäute gibt, eine verwirrende. Als Ausgang für deren Verständniss wähle ich die bereits oben erklärte Fig. 14, welche Stäbchenquerschnitte zeigt, wie sie zu den Fig. 13 dargestellten Stäbchen gehören. Die glänzenden halbmondförmigen Gebilde umfassen zu je zweien einen pigmentirten (in anderen Fällen einen nicht pigmentirten) Raum, in welchem sich nach Hensen eine feine Nervenfaser befindet, in welchen obiger Darstellung zufolge aber auch ein ganzes Bündel von Nervenfibrillen eintreten kann. Als erste Variation dieses zuerst von Babuchin beschriebenen sehr verbreiteten Typus kann der von Hensen[1]) und Babuchin[2]) abgebildete gelten, wo der Querschnitt einen geschlossenen Ring darstellt, in dessen Mitte ein dickerer oder feinerer pigmentirter und zur Aufnahme der Nervenfaser bestimmter Canal liegt. Diese Formen erklären sich leicht durch die Annahme einer Verwachsung der beiden rinnenförmigen Körper an ihren Rändern. Andrerseits erhellt der Uebergang zu solchen Formen aus den Querschnittsbildern Fig. 15 u. 16, welche ich Octopus vulgaris entnahm. Regelmässig kreisförmige Querschnitte sind hier zwar nicht abgebildet, aber die letzterwähnten Figuren beweisen, wie aus dem Halbmond Fig. 14c ein Hufeisen, ein Halbring, ein winklig gebogener Körper, endlich ein vierkantiger Stab mit einem Centralkanal werden kann. Die letztgenannte Form tritt uns in eigenthümlicher Modification in Fig. 17 entgegen. Wir sehen hier Querschnitte der Stäbchen von Octopus macropus in Osmiumsäure erhärtet. In dieser Flüssigkeit schwärzen sich diejenigen Theile der Stäbchen, welche sich frisch durch starke Lichtbrechung und Plättchenschichtung aus-

1) Taf. XVI, Fig. 52 A.

2) l. c. Fig. V.

zeichnen ganz analog den ebenso gebildeten Aussengliedern der Wirbelthierstäbchen. Dagegen bleibt nahezu ungefärbt der Inhalt des Centralkanals und die Zwischensubstanz zwischen den Stäbchen, so dass etwa hier liegende Pigmentkörnchen sich auf dem Querschnitt scharf auszeichnen. Ein Theil der Stäbchen der Fig. 17 schliesst sich in seiner Form an die zwei vierkantigen der Fig. 16 an, nur ist ihr Centralkanal sehr viel enger geworden, ein anderer Theil aber zeigt höchst sonderbare Verwachsungen und Veränderungen, so dass durch die untereinander verschmolzenen Stäbchen eine Gruppe entstanden ist, in welcher Centralkanäle und Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäbchen nicht mehr von einander zu unterscheiden sind. Ganz ähnlich sind die Querschnitte Fig. 18 und 22, aber wieder modificirt dadurch, dass die vierkantigen querdurchschnittenen Einzelstäbchen der Fig. 18 gar keinen Centralkanal mehr zeigen, sondern solide Stäbe geworden sind. Dagegen tritt in diesen Figuren überzeugend hervor, dass eine stellenweise Pigmentkörnchen führende Substanz, welche wir in unseren Fig. 14—16 nur in den Stäbchen**kanälen** fanden, nunmehr auch in der Stäbchen**zwischensubstanz** enthalten ist. Mit anderen Worten: ein rinnenförmiges Gebilde, wie es, wie Fig. 14 im Querschnitt zeigt, mit einem anderen ebensolchen zusammen einen Kanal umschloss, hat sich in einen viereckigen Stab mit hohlkehlenartig gestalteten Seitenflächen verwandelt, deren jede mit einer gegenüberliegenden Seitenfläche eines ähnlichen Stabes zusammen einen Kanal einfasst, wobei der Stab selbst im Innern aber auch noch wieder einen Kanal umschliessen kann.

Verwachsen endlich diese Stäbe mit ihren Kanten miteinander, so entsteht eine mehr oder minder regelmässige Durchschnittsfigur, wie Fig. 17, 18 u. 22 an einzelnen Stellen enthalten. Hier sind nur geringe Mengen benachbarter Stäbe untereinander verwachsen. Sie erklären aber doch bereits vollständig, wie es stellenweise unmöglich wird, Einzelstäbe zu isoliren und welch complicirtes Bild diese Stäb chengruppen gewähren müssen, wenn sie in ihrer natürlichen Längsansicht dem Beobachter vorliegen. Aber auch über grössere Strecken treten Verwachsungen der Stäbe ein, der Art, dass nunmehr ein spongiöses Gewebe mit Parallelkanälen entsteht. Diese Kanäle können im Querschnitt eine grosse Regelmässigkeit der Anordnung zeigen, wie in Fig. 19, weichen aber an anderen Stellen von dieser Regelmässigkeit sehr ab und gewähren dann im Querschnitt ein Bild wie Fig. 20. Hier springt dann sofort in die Augen, dass jede Mög-

lichkeit, einzelne Stäbchen zu unterscheiden, aufhört. Die Stäbchenschicht besteht hier aus einer von zahllosen parallelen, senkrecht gegen den Glaskörper gerichteten Kanälen durchzogenen Masse, welche in Lichtbrechung und Structur der Substanz der Aussenglieder der Wirbelthierstäbchen entspricht, d. h. aus dünnen Plättchen und einer schwächer brechenden Zwischensubstanz geschichtet ist. Die Zusammensetzung der Stäbchenschicht ist hiernach viel mannigfaltiger, als Hensen und Babuchin auf Grund ihrer Untersuchungen annahmen, indem sie nur die isolirbaren, im Querschnitt oval oder kreisrund erscheinenden Stäbchen kannten. Die Zusammensetzung der Rinde einzelner solcher Stäbchen aus zwei rinnenförmigen also im Querschnitt halbmondförmig aussehenden Gebilden hat Babuchin richtig erkannt. Anf vierkantige Prismen deutet seine von Hensen copirte Querschnitt-Zeichnung (Taf. XIV, 28 C), welche dem oben citirten in russischer Sprache veröffentlichten Aufsatz beigegeben ist, deren Erklärung (Hensen l. c. p. 38) aber einer anderen Ansicht Raum gibt. Hensen meinte nämlich, die fragliche Zeichnung und seine eigene sehr ähnliche Taf. XVI, Fig. 52 B auf künstlich gesprengte Stäbchen zurückführen zu müssen (l. c. p. 40). Wie sich in einer und derselben Retina die verschiedenen Formen vertheilen und ob hier eine wiederkehrende Form herrscht, wird Gegenstand späterer Untersuchungen sein müssen.

Von der grössten Wichtigkeit ist nunmehr die Frage nach dem Inhalte der die Stäbchenschicht durchsetzenden Kanäle. Ist die Stäbchenschicht stark pigmentirt, so erfüllt körniges Pigment sowohl die Centralkanäle der isolirbaren Einzelstäbchen wie auch die Zwischenräume, welche in den Querschnittsbildern Fig. 17 bis 22 zwischen den durch Osmiumsäure geschwärzten Elementen sichtbar sind. Neben dem Pigment befindet sich aber noch eine Inhaltsmasse auf Querschnitten erkennbar, welche in Fig. 17, 18 u. 22 gezeichnet ist, eine das Innere der Kanäle nicht vollständig ausfüllende, vielleicht etwas geschrumpfte Masse von grosser Durchsichtigkeit und blass feinkörniger Structur. Wofür diese Substanz zu halten wage ich nicht zu entscheiden, vielleicht für Durchschnitte einer fein fibrillären Masse, von welcher wir oben bei Erläuterung der Fig. 10 annahmen, dass sie den centralen Theil der Stäbchen ausfülle.

Dass Fasern im Innern der Stäbchenkanäle vorkommen, hat Hensen bewiesen (vergl. namentlich p. 42—45 seiner Arbeit). Auch ist es ihm vorgekommen, als wenn zwischen den Stäbchen Fäden

liegen könnten, doch wendet er sich von dieser Vermuthung wieder ab. Ueber Fäden in isolirbaren Stäben, wie Fig. 10 sie darstellt, vermag ich dem oben Gesagten nichts hinzuzufügen, ich halte es für wahrscheinlich, dass ganze Bündel feiner Fibrillen, wie sie sich bei d aus den Stäbchenzellen entwickeln, so auch am entgegengesetzten Ende in die Stäbchen eintreten. Dagegen habe ich von einer Retina von Octopus macropus an vielen Stellen, wo isolirbare Stäbchen fehlten, aus den Kanälen der Stäbchenschicht feine Fäden hervorragen sehen und auf längere Strecken isoliren können (Fig. 25), welche in jeder Beziehung den von Hensen beschriebenen gleichen, namentlich auch darin, dass sie von Kernen oder kernartigen Gebilden ausgehen, welche in dem pigmentirten hinteren Ende der Stäbchenschicht ihre Lage haben, Hensen's Stäbchenkörnern (Fig. 25 u. 26b). Dieser Gebilde habe ich bisher bei Beschreibung der Stäbchen nicht gedacht, da von ihnen selbst an den vollständigsten isolirten Elementen Fig. 10 u. 11 nichts zu sehen ist. Nach Hensen würde an diesen Stäbchen das Stäbchenkorn an der pigmentirten Stelle bb liegen müssen, und es ist möglich, dass hier in dem Pigment ein solches eingeschlossen lag. Auch in Babuchin's Figuren fehlt jede Andeutung dieses Gebildes, es bleibt aber auch da möglich, dass nur das Pigment dasselbe verdeckte.

Die Hensen'schen Stäbchenkörner sind an vielen Stellen leicht darzustellen und jedenfalls sehr verbreitete Körper. Auch Steinlin thut ihrer Erwähnung als von Pigment umgebene röthliche (?) kernhaltige Zellen und bildet sie in Fig. 32 Taf. III seiner oben citirten Abhandlung ab. Ihr Vorkommen steht mit der Anwesenheit einer eigenthümlichen membranförmigen Ausbreitung in Verbindung, welche an feinen Durchschnitten erhärteter Cephalopoden-Netzhäute leicht in Form einer feinen Linie nach aussen von dem hinteren pigmentirten Stäbchenende erkannt wird und welche ich in der schwach vergrösserten Darstellung eines Schnittes der Retina von Octopus vulgaris mit xx bezeichnet habe. Babuchin bildet sie Fig. Ic. Hensen Fig. 38c und an vielen anderen Stellen ab und nennt sie Grenzmembran. An den isolirten Stäbchen Fig. 10 war gar nichts von ihr zu bemerken. Auch Babuchin gibt in seiner Fig. XI, von der er ausdrücklich sagt [1]), dass sie »mit einer pünktlichen Genauigkeit nach der Natur aufgenommen«, nichts von dieser Membran an.

---

1) l. c. p. 44.

Ich muss es desshalb dahin gestellt sein lassen, ob sie etwa an gewissen Stellen fehle, was insofern unwahrscheinlich ist, da nach den übereinstimmenden leicht zu bestätigenden Angaben von Babuchin und Hensen und ganz in Uebereinstimmung mit den überaus genauen älteren Beobachtungen Krohn's [1]) die erhärtete Retina der Cephalopoden dieser Grenzmembran folgend sich sehr leicht in ein inneres und äusseres Blatt spaltet, was auf eine tiefere Bedeutung dieser Grenze hindeutet. Andrerseits gibt die von Hensen unternommene Untersuchung des Auges von Nautilus [2]) einen Beweis, dass diese Membran-Schwankungen unterworfen ist. Hier ist sie nämlich weiter nach aussen gerückt. Etwas Aehnliches scheint bei Loligopsis vorzukommen [3]). Dadurch werden die Beziehungen der Stäbchen zu den Stäbchenzellen bei diesen beiden zuletzt genannten Cephalopoden denjenigen ähnlich, wie ich sie in Fig. 10 abgebildet habe.

Einwärts von dieser Grenzmembran (Fig. 24 xx) findet sich ein heller pigmentloser Streifen. Dieser setzt sich aus den zwar theilweise von Pigment umgebenen aber selbst pigmentlosen Stäbchenkörnern zusammen wie in Fig. 25 bei starker Vergrösserung gezeichnet ist. Die Linie xx stellt auch hier wieder die Grenzmembran dar, in welcher die oben gedachte häufig vorkommende Ablösung stattgefunden hat. Welcher Zusammenhang hier mit den äusseren Schichten der Retina statthatte, bleibt ganz dunkel. Aus der pigmentirten Umgebung der glänzenden ovalen Körner entwickelt sich nach der Stäbchenschicht zu, ganz wie Hensen beschreibt, ein langer, oft schon an der Wurzel in mehrere Fibrillen zerfallender Faden, der seine Lage unzweifelhaft in den zugleich mit mehr oder weniger Pigment gefüllten Kanälen der Stäbchenschicht nimmt, seiner Feinheit wegen aber sowohl an Längs- als an Querschnitten schwer zu verfolgen sein dürfte. Die in Fig. 17, 18 und 22 zwischen den schwarzen Feldern gezeichnete blasse organische Substanz, welche hie und da ein dunkles Pigmentkörnchen einschliesst, wird auch die Fädenquerschnitte enthalten.

Hiermit schliessen meine Beobachtungen über die Cephalopoden-Retina ab. Es geht aus denselben hervor, dass die bei den Stäbchen der Wirbelthiere vorhandene Plättchenschichtung, welche auch bei

1) l. c. p. 44.
2) l. c. p. 55, Taf. XX, Fig. 84.
3) Hensen l. c. p. 49.

vielen Sehstäben von Gliederthieren von mir nachgewiesen ist, ebenso charakteristisch den Elementen der Stäbchenschicht der Cephalopoden zukommt. Es findet demgemäss auch hier innerhalb der Stäbchenschicht eine Spiegelung und eine Reihe sehr complicirter Reflexionen statt, von welchen bei ähnlichen Dickenverhältnissen der Plättchen wie bei den Wirbelthierstäbchen, aus denselben Gründen wie dort gemäss den Entwickelungen von Zenker, die Bildung stehender Wellen für den Sehvorgang vielleicht die grösste Bedeutung hat. Natürlich wird den complicirten Hin- und Herwanderungen zufolge, welchen die Aetherwellen an den vielen übereinandergeschichteten Plättchen unterliegen, auch die Absorbtion verhältnissmässig gross sein und um so grösser, je länger die Stäbchen und je geringer die Plättchendicke. Die Stäbchenlänge ist im Hintergrunde des Auges der Cephalopoden ansehnlicher als bei irgend anderen bisher darauf untersuchten Thieren. Sie beträgt bis 0,25 Mm., die Plättchendicke mit der dazu gehörigen Zwischensubstanz ungefähr $^1/_3$ Mik. und ist in verschiedenen Theilen eines und desselben Stäbchens nicht merklich verschieden. Danach können auf die ganze Länge bis 750 Plättchen kommen. Nach der Peripherie nimmt jedesmal die Diche der Stäbchenschicht sehr ab, wie Hensen schon ausführt, dagegen die Plättchendicke meinen Beobachtungen zufolge keinen entsprechenden Modificationen unterliegt. Daher ist jedenfalls die Zahl der Plättchen in den kurzen Stäbchen der peripherischen Theile viel geringer als in den centralen.

Was nun aber in der Cephalopoden-Retina ein Stäbchen zu nennen sei, der Beantwortung dieser Frage stellen sich höchst überraschende Schwierigkeiten in den Weg. Die Substanz, welche Plättchenschichtung besitzt, scheint sich nicht in Nervenfasern fortzusetzen, sie hört vielmehr allem Anschein nach am äusseren Ende der Stäbchenschicht scharf abgesetzt auf, während Fasern, die Hensen innerhalb dieser Schicht auffand, nach diesem Forscher die Fortsetzungen der Nervenfasern des opticus darstellen. Ich habe in einer etwas anderen Weise als Hensen den Zusammenhang der Elemente der Stäbchenschicht mit den Sehnervenfasern gesehen, wobei zunächst unentschieden bleibt, ob die beiden Arten nebeneinander existiren, oder nur verschiedene Erscheinungen derselben Verbindung darstellen. Jedenfalls existiren nervöse Fasern in der Stäbchenschicht neben der spiegelnden Substanz [1]). Nun tritt der merkwür-

1) Dass sich die von Hensen bei Nautilus und Loligopsis mitgetheilten

dige Umstand ein, dass während an manchen Stellen der Cephalopoden-Netzhaut eine bestimmte Menge geschichteter Spiegelsubstanz zu einer gewissen Menge Nervenfasern in eine solche Lagenbeziehung tritt, dass man beide zusammen ein Stäbchen nennen muss, an andern Stellen diese Relation keineswegs der Art ersichtlich ist, dass eine bestimmte Abtheilung der geschichteten Substanz zu bestimmten Nervenfasern gehört. Jene bildet vielmehr streckenweise continuirliche Massen, in welchen parallele Kanäle ausgespart sind, wie Fig. 20 im Querschnitt zeigt, und die Kanäle enthalten die Nervenfasern. Es sind ganze Klumpen verwachsener Stäbchen, deren Nervenfasern aber getrennt geblieben sind. Die spiegelnde Stäbchensubstanz bildet eine über gewisse Strecken continuirliche poröse Platte, porös durch sehr dichtstehende, rechtwinklig gegen die Oberfläche verlaufende Kanäle, und in diesen liegen die Nervenfasern.

Es muss natürlich dahingestellt bleiben zu entscheiden, in wie weit durch solche Einrichtung distincte Perceptionen durch die einzelnen Nervenfasern vermittelt werden können. Wir kennen den Einfluss der spiegelnden und absorbirenden Substanz auf die Sehfunction nicht, wir wissen nur, dass diese Substanz sehr verbreitet ist und beim Menschen und bei allen Wirbelthieren in Form getrennter, von Pigmentscheiden umhüllter Cylinder auftritt. Demgemäss liegt es nahe anzunehmen, dass diese Form, unter der sie bei den Wirbelthieren auftritt, die vollkommenere sei. Dass aber auch bei den Cephalopoden an jede Nervenfaser eine Einzelempfindung geknüpft sein könne, wollen wir nicht bestreiten, wenn auch die Localisirung des Eindruckes durch die Anordnung, wie wir sie z. B. bei Octopus macropus beschrieben haben, vielleicht nicht so vollkommen erreicht worden, wie bei den Wirbelthieren. Sehr beachtenswerth ist ferner noch der schon von Hensen hervorgehobene Umstand, dass an vielen Netzhäuten von Cephalopoden die Nervenfasern der Stäbchenschicht direct gar kein Licht treffen kann. Ueberall, wo die inneren, dem Glaskörper zugewandten Enden der Kanäle der Stäbchenschicht mit Pigmentpfröpfen verstopft sind (Fig. 10, 13, 24), bleibt dem Licht nur der Weg in die geschichtete Hülle der Kanäle übrig. Die freie Fläche solcher Netzhäute bietet ein Ansehn, wie Fig. 23, welche nach einem ganz frischen

---

Befunde mehr dem von mir in Fig. 10 abgebildeten Verhalten nähern, möchte hier noch einmal hervorzuheben sein.

von einem lebenden Octopus vulgaris entnommenen Flächenabschnitt gefertigt ist. Aehnliche Bilder haben Hensen und Babuchin gezeichnet. Dieselben zeigen schmale helle Zonen um vollkommen undurchsichtige Pigmentflecke. Nur durch erstere, welche den vorderen Enden der Wände der Stäbchenkanäle entsprechen, kann das Licht in die Retina gelangen. Dies Verhalten beweist, dass entweder diese Wände die percipirende Substanz selbst enthalten, oder dass dieselben physikalische Hülfsapparate für die Uebertragung des Lichtes auf die centralen Nervenfäden darstellen. Die letztere Ansicht, nach welcher die geschichtete Substanz etwa eine Rolle zugetheilt erhalten hätte wie diejenigen Elemente des Corti'schen Organes, denen die Uebertragung der Schwingungen auf die Nervenenden in der Schnecke obliegt, muss als die allein annehmbare erscheinen, sobald nachgewiesen ist, dass die geschichtete Spiegelsubstanz nicht selbst in Continuität mit den Nervenfasern steht. Diese Continuität scheint bei den Cephalopoden in der That zu fehlen.

Noch entscheidendere Resultate für die Beantwortung der Frage nach der Beziehung von Nervenfaser und Plättchenschichtung in den Sehstäben ergab mir die Untersuchung der percipirenden Nervenenden im Auge der Heteropoden.

Dass in der Netzhaut der Pterotrachea (Firola) stäbchenartige Elemente vorkommen, erkannte zuerst A. Krohn und erwähnt derselben in einer dem Baue der Retina von Alciopa gewidmete Notiz [1], deren Stäbchenschicht er ebenfalls entdeckte. Die Stäbchen werden von ihm aufrecht gegen den Glaskörper gestellte Fasern genannt. Später sind dieselben gleichzeitig von Leuckart [2]) und Gegenbaur [3]) beobachtet und von letzterem auch abgebildet worden. Beide Forscher stimmen in ihren Angaben im Wesentlichen überein. Leuckart betont namentlich den Zusammenhang der Stäbchen mit den Sehnervenfasern, von dem er sagt: »Dass diese Stäbchen nach innen auf der Faserschicht aufsitzen, darüber kann kein Zweifel sein. Auch davon glaube ich mich mit Bestimmtheit überzeugt zu haben, dass ihre peripherischen Enden mit den blassen Sehnervenfasern zusammenhängen. Die letzteren erweitern sich ein wenig und gehen dann unmittelbar mit einer Art Quergliederung in

---

1) Froriep neue Notizen 1843, Bd. 25, p. 42.

2) Zoologische Untersuchungen Heft 3, 1854, p. 32.

3) Untersuchungen über Pteropoden 1855, p. 166.

die Stäbchen über.« Jedenfalls hat die ganze Bildung Leuckart sehr angezogen, indem sie ihn zu dem Ausspruch veranlasst: »Wenn irgend welche Thiere so möchten wohl vorzugsweise unsere Heteropoden geeignet sein, die Fragen über den feineren Bau des lichtempfindenden Apparates ihrem Abschlusse entgegen zu führen.« Gegenbaur unterscheidet zwei Arten Stäbchen und gibt Abbildungen derselben. Die dickeren mit Pigmentanhäufungen im Innern des einen Endes scheinen die eigentlichen Stäbchen, die anderen dünneren Verbindungsglieder zwischen den Nervenfasern und Stäbchen zu sein. Doch bleibt der Zusammenhang unklar. Keferstein[1]) gibt eine bei schwacher Vergrösserung entworfene Durchschnittszeichnung des Auges von Firoloides, in welcher auch die Stäbchenschicht angedeutet ist, die hier sehr stark pigmentirt sein muss, Hensen[2]) liefert stärker vergrösserte Abbildungen der Elemente der Retina von Pterotrachea nach Exemplaren, welche längere Zeit in liquor conservativus (Kochsalz, Alaun, Sublimat) gelegen hatten. Von ihm sind namentlich in Fig. 91 die Verbindungen von Stäbchen und Stäbchenzellen gut erhalten wiedergegeben.

Wie bei den Cephalopoden so auch hier bedarf es zur Ermittelung des feineren Baues der Stäbchen der stärksten Vergrösserungen und der Verwendung ganz frischen Materiales. Es standen mir zwei Species zu Gebote, die grosse Pterotrachea coronata und die kleinere roth getüpfelte Pterotrachea mutica. Beim Zergliedern der Augen, deren Kleinheit eine sorgfältige Präparation der Retina nur schwer zulässt, so dass günstige Isolationen schon mehr dem Zufall zu danken sind, bediente ich mich vorzugsweise des Jodserum oder der aus dem zerschnittenen gallertigen Körper der lebenden Pterotracheen auströpfelnden Parenchymflüssigkeit. Ein ganz frisches derartiges Präparat der Retina von Pterotrachea coronata stellt Taf. II Fig. 2 bei 500 maliger Vergrösserung dar. Man sieht in der Zeichnung Stäbchen b etwas dicker und länger als Froschstäbchen, welche an ihrer Basis b′ von braunem Pigment umgeben oder ausgefüllt sind und mit gleichgerichteten ziemlich ebenso dicken oder etwas dickeren Fasern c zusammenhängen, welche sehr fein gestrichelt oder faserig aussehen und bei d in Fibrillen zerfallen. Der direkte Zusammen-

1) Bronn's, die Klassen und Ordnungen des Thierreiches. Mollusken Taf. 69, Fig. 3. Text p. 825.

2) l. c. p. 62, Taf. XXI.

hang vom Stäbchen b und Fasern c ist durch das Pigment b' verdeckt. Die Stäbchen zeigen keinen sehr starken Glanz, dagegen meist eine äusserst feine Querstreifung, welche bei beginnender Quellung, wie sie in den angeführten Flüssigkeiten meist sehr schnell nach dem Anfertigen des Präparates eintritt, aber durch Zusatz von Kochsalz verzögert oder ganz aufgehalten werden kann, auf das deutlichste hervortritt und ganz das Bild der Scheibenstructur wiederholt, wie wir es z. B. von den Froschstäbchen so leicht zur Anschauung erhalten können. Derartige in der Quellung begriffene und dadurch veränderte Stäbchen habe ich bei 800 maliger Vergrösserung in Fig. 3 abgebildet. Noch stärkere Quellung bewirkt hirtenstabförmige Umbiegung der Stäbchen (Fig. 4) und Krümmung der Schichten, auch Ablösung einzelner Stücke. Die Zeichnung ist so scharf und die Abblätterung der Schichten so deutlich, wie nur je ein Wirbelthierstäbchen zeigen kann. Aber es sind nicht Scheiben, sondern nur dünne gebogene Querfasern, welche sich hier ablösen. Dies erhellt aus einzeln herumschwimmenden Stücken macerirter Stäbchen, wie ich sie namentlich durch kurze, $^1/_4$—$^1/_2$stündige Behandlung der Augen mit Oxalsäure und Serum herzustellen vermochte. An solchen Präparaten sah ich Hohlkehlen oder Halbrinnen einer fein quergestreiften Substanz von der Oberfläche der Stäbchen sich ablösen (Fig. 10), wodurch eine Masse von anderer Structur zu Tage tritt, welche mit den hinter der Stäbchenschicht gelegenen Elementen in unmittelbarem Zusammenhang steht. An den frischen nur ganz kurze Zeit macerirten Augen isoliren sich beim Zerzupfen der Retina hinter den Stäbchen ansehnlich dicke Stäbchenfasern, wie sie in Fig. 5, 6 und 7 dargestellt und mit c bezeichnet sind. Diese besitzen eine fein fibrilläre Structur, enthalten je einen ovalen Kern, der in den abgebildeten Fasern ziemlich nahe dem äusseren Ende liegt, und wurzeln mit diesem Ende in der Opticus-Faserschicht d d, in welcher sie in viele feine Fasern zerfallen. Das entgegengesetzte innere oder vordere Ende b' ist pigmentirt, stärker oder schwächer an verschiedenen Stellen der Retina. Hier verschmälert sich die Faser und geht in ein aus isolirbaren Fibrillen bestehendes Gebilde über, welches entweder kurz abgerissen gefunden wird (Fig. 6 und 7), oder in Form eines langen Faserbündels in die Stäbchenschicht eindringt (Fig. 8 und 9), und hier von der geschichteten Rinde umgeben, wie wir sie vorhin im abgelösten Zustande kennen lernten, das Centrum eines Stäbchens

darstellt. Fig. 9 stellt drei Stäbchenfasern mit dazu gehörigen, aber nicht in ganzer Länge erhaltenen Stäbchen dar und wird verständlich, wenn wir Fig. 10 zu Hülfe nehmen und uns vorstellen, die Hohlkehlen a a dieser Figur seien ausgefüllt mit einem Faserbündel und die quere Schichtstreifung sei dadurch dem Beobachter verdeckt. Diesem stellen sich nunmehr nur noch die seitlich von der Hohlkehle liegenden Streifen b b dar, wie in Fig. 9 die mit bbbb bezeichneten. Bilder wie Fig. 9 xx oder Fig. 5 oder endlich Fig. 2 würden dann zu deuten sein als Stäbchen, welche um 180° gedreht sind gegen die Fig. 9 dargestellten.

So erklärt sich wenigstens ein Theil der merkwürdigen Bildungen, welche die angeführten Figuren darstellen. Querschnitte durch diese Stäbchen zu legen ist mir nicht gelungen.

Pigmentirungen der Stäbchen am freien inneren Ende, auf welche die Gegenbaur'sche Abbildung hindeutet, sind nicht die Regel, kommen aber, wie es scheint, ähnlich wie bei den Cephalopoden vor, und können dann auch auf längere Strecke das Stäbchen erfüllen. So habe ich einmal ein unvollständig erhaltenes Stäbchen in der Gestalt von Fig. 11 gesehen, welches noch in einer anderen Richtung als mit Rücksicht auf seine Pigmentirung Interesse bietet. Die Abbildung erinnert auffallend an die Darstellung, welche Babuchin von den Stäbchen der Augen von Limax gegeben hat [1]), nach welcher wahrscheinlich auch hier die Plättchenschichtung vorhanden ist.

Die kleinere Pterotrachea mutica hat dünnere und längere Stäbchen als coronata. Ich habe dieselben nach einem in Osmiumsäurelösung eine halbe Stunde aufbewahrten Präparate abgebildet (Fig. 12), nach welchem die Verhältnisse des feineren Baues ganz denen von Pterotrachea coronata zu entsprechen scheinen, wie eine Vergleichung mit Fig. 9 ergibt. Es sind abwechselnde Streifen einer geschichteten, stark lichtbrechenden, und einer blassen Substanz, welche die Stäbchenschicht zusammenzusetzen scheinen. Das Abblättern der geschichteten Rinde wird aber durch die Osmiumsäure nicht begünstigt, und ist von mir hier nicht beobachtet worden. Die Stäbchen sitzen in Reihen auf der homogenen Membran auf, welche sie wie bei den Cephalopoden vom Glaskörper trennt, und auf wel-

---

1) Sitzungsber. d. Akad. zu Wien Bd. 52, 1865, Abth. 1. Ueber den Bau d. Netzhaut einiger Lungenschnecken.

cher sich im abgelösten Zustande Spuren der Stäbchenreihen erkennen lassen (Fig. 13 und 14 aa), wie ähnlich schon Hensen erkannte, welcher dieser homogenen Membran zuerst Erwähnung thut.

Die Beobachtungen an den Stäbchen der Heteropoden, namentlich Pterotrachea coronata, geben hiernach der Vermuthung einen sicheren Grund, welche ich oben bei Gelegenheit der Beschreibung der Cephalopodenstäbchen Fig. 10 und 11 aussprach, dass ganze Bündel feiner Nervenfibrillen, wie sie eine Stäbchenfaser cc zusammensetzen, in den von geschichteter Substanz mehr oder minder vollständig umschlossenen Raum eintreten. Was bei diesen Cephalopodenpräparaten nur wahrscheinlich gemacht werden konnte, ist bei ganz analogen Verhältnissen der Heteropoden zur Gewissheit erhoben.

Erklärung der Tafeln I und II.

Taf. I betrifft die Retina der Cephalopoden.

Fig. 1. Querschnitt durch die frische Retina von Loligo sagittata in Serum; d homogene Membran, welche die Retina vom Glaskörper trennt; b Stäbchenschicht, im Leben in dicken Schichten roth; b' pigmentirter äusserer Theil der Stäbchen; c Stäbchenfasern mit Kernen; d Uebergang derselben in die Optikusfasern; schwache Vergrösserung.

Fig. 2. Dünner Schnitt durch die Stäbchenschicht von Octopus frisch in Serum, die homogene Membran ist bei a a abgelöst, Vergr. 500.

Fig. 3. Bruchstück der Stäbchenschicht von Octopus macropus in Kali bichrom. erhärtet, Vergr. 500.

Fig. 4. Stäbchen wie in Fig. 2, ein wenig in Serum gequollen und dadurch namentlich an der freien Fläche a a verändert. Vergr. 800. Plättchenschichtung sehr deutlich, besonders an dem x x isolirt bei 1000 mal. Vergr. gezeichneten Stückchen.

Fig. 5 u. 6. Stäbchen von Octopus vulgaris isolirt nach $^1/_2$stünd. Maceration in Oxalsäure und Serum, vordere und hintere Enden derselben pigmentirt. Bei Fig. 6 ist ein Tropfen einer hyalinen Masse aus dem pigmentirten Innern der Stäbchen hervorgequollen. Vergr. 500.

Fig. 7 u. 8. Stäbchenbruchstücke von Octopus vulgaris ohne Pigment und von 4kantigem Querschnitt.

Fig. 9. Vorderes Ende eines Stäbchen von Octopus vulgaris. Es hat den Anschein, als wenn die feingeschichtete Rinde vorn über das Pigment hinausreiche.

Fig. 10. Stäbchen von einer sehr stark pigmentirten Retina von Octopus vulgaris nach kurzer Maceration in Oxalsäure und Serum; a vorderes, b hinteres Ende derselben. Hier ist die Verbindung mit den Stäbchenfasern c c erhalten, welche sich bei d in ein Gewirr feiner Fibrillen auflösen. Vergr. 500.

Fig. 11. Die hinteren Enden dieser Stäbchen in ihrer Verbindung mit den Stäbchenfasern c und deren Endausläufern d bei 1000mal. Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 12. Abgelöste Stäbchenfasern von einem stärker erhärteten Präparate, die Fibrillen des hinteren Endes sind abgerissen. Vergr. 500.

Fig. 13. a, b, c, d vordere Stäbchenenden von Octopus vulgaris aus Kali bichromicum in verschiedenen Ansichten. Vergr. 800.

Fig. 14. a, b, c feine Durchschnitte solcher vorderer Stäbchenenden wie Fig. 13, a dicht hinter dem vorderen Ende, b und c weiter nach hinten. Vergl. auch Fig. 23, die freie Fläche der Retina mit den vordersten Stäbchenenden darstellend.

Fig. 15. Querschnitte durch drei andere abweichend gebildete Stäbchen.

Fig. 16. Desgl. durch 6 Stäbchen.

Fig. 17—22. Querschnitte durch Stäbchen, welche in Osmiumsäure erhärtet worden. Die im frischen Zustande stark lichtbrechende, geschichtete Substanz hat sich schwarz gefärbt, die theilweise pigmentirten Zwischenräume enthalten eine gar nicht oder kaum gefärbte Masse; Fig. 19 und 20, welche nur untereinander verwachsene Stäbchen zeigen, sind bei 500mal., die übrigen bei 800, Fig. 21 bei 1000mal Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 23. Flächenschnitt der pigmentirten vordern Stäbchenenden von Octopus vulgaris frisch.

Fig. 24. Durchschnitt der Retina von Octopus vulgaris von einem in Kali bichromicum erhärteten Präparate: a vordere Pigmentirung der Stäbchen, b hintere, xx feine Grenzmembran, c Stäbchenfasern, d Optikusfasern; zwischen beiden letzten Schichten ein Gewirr feinster sich durchkreuzender Fibrillen, Hensen's Balkennetz entsprechend. Schwache Vergrösserung.

Fig. 25. Hintere Enden von einer Gruppe untereinander verwachsener Stäbchen von Octopus macropus, bei xx, der Grenzmembran Fig. 24 entsprechend, abgelöst. Aus den Zwischenräumen oder Kanälen dieser Stäbchen ragen am abgebrochenen vorderen Ende lange feine Fasern hervor. Diese, die Hensen'schen Nervenfasern der Stäbchenschicht, gehen aus Stäbchenkörnern hervor, deren eins in b isolirt gezeichnet ist.

Fig. 26. Stäbchenkörner b b mit langen Fasern, welche in der Stäbchenschicht eingeschlossen lagen.

Taf. II betrifft die Retina der Heteropoden, Fig. 1—11 Pterotrachea coronata, 12—14 Pterotrachea mutica.

Fig. 1. Aus der Retina von Pterotrachea coronata bei schwacher Vergrösserung von einem in Kali bichromicum kurze Zeit aufbewahrten Auge: aa homogene Membran; b Stäbchen; b' hinteres pigmentirtes Ende derselben; c Stäbchenfasern.

Fig. 2. Retina frisch in Serum bei 500facher Vergr. Buchstaben wie vorhin.

Fig. 3. Theile der frischen, etwas gequollenen Stäbchen bei 800facher Vergr.

Fig. 4. Desgl. in Serum.

Fig. 5 - 10. Nach kurzer $^1/_4$ — $^1/_2$stündiger Behandlung mit Oxalsäure und Serum isolirte Stäbchen und Stäbchenfasern. b Stäbchen; b' pigmentirte Basis derselben; c Stäbchenfaser mit Kern.

Fig. 9. x x abgehobene geschichtete Hülle eines Stäbchens.

Fig. 10. Die geschichteten Hüllen zweier Stäbchen in der Lage. Vergr. 1000; b b die in Fig. 9 mit b b b b bezeichneten Theile, a a die Hohlkehlen, deren eine in Fig. 9 x x umgekehrt, also von der convexen Oberfläche gezeichnet ist.

Fig. 11. Oberes Ende eines Stäbchens mit pigmentirtem Innern.

Fig. 12. Stäbchen von Pterotrachea mutica mit Stäbchenfasern c nach $^1/_2$stündiger Behandlung in $^1/_2$ % Osmiumsäure.

Fig. 13. Stäbchen in Verbindung mit der homogenen Membran a a.

Fig. 14. Stück der abgelösten homogenen Membran; a a Spuren der abgelösten Stäbchen.

Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien.

Von

Prof. A. Wrześniowski
in Warschau.

Hierzu Taf. III u. IV.

In einer in polnischer Sprache im 35. Bande der wissenschaftlichen Gesellschaft zu Krakau vor zwei Jahren abgedruckten Arbeit habe ich unter Anderm auch die Resultate einiger Untersuchungen über den contractilen Behälter der Infusorien, sowie über die bei manchen Arten derselben vorkommenden sogenannten stabförmigen Körperchen mitgetheilt. Da, wie ich glaube, dieselben für die Entscheidung einiger noch streitiger Fragen nicht ohne Bedeutung und daher für die speciellen Forscher auf diesem Gebiete von einigem Interesse sein dürften, so erlaube ich mir, dieselben einem grösseren wissenschaftlichen Publikum zur gefälligen Prüfung vorzulegen.

1. Ueber den contractilen Behälter.

Bis jetzt ist zwischen den Forschern auf dem Gebiete der Infusorienkunde eine Einigung noch nicht erzielt worden in Bezug auf die Frage, ob der Behälter von eigenen selbständig contractilen Wänden begrenzt ist, oder ob er eine blosse Aushöhlung im Parenchym des Körpers bildet. Dem entsprechend wird er bald als contractile Blase, bald als pulsirender Raum, pulsirende Vacuole oder contractiler Behälter bezeichnet. Von den Anhängern der letztern Ansicht haben Th. v. Siebold, Stein und in neuester Zeit Schwalbe Beobachtungen mitgetheilt, welche sehr geeignet zu sein scheinen, ihre Meinung nachhaltig zu unterstützen.

Nach Siebold [1]) kommen die pulsirenden Räume, die während der Systole gänzlich verschwinden, während der Diastole an derselben Stelle des Körpers und in derselben Form und Anzahl wieder zum Vorschein, dessen ungeachtet sind sie doch nichts Anderes als einfache Aushöhlungen im Parenchym des Körpers, da bei einigen Infusorien, z. B. Trachelius lamella, Phialina vermicularis, Bursaria cordiformis u. a. bei jeder Diastole immer erst einige kleine hohle Räume zum Vorschein kommen, die erst sich vergrössern und gegenseitig berühren und dann erst zu einer einzigen grossen Höhle (dem contractilen Behälter) zusammenfliessen. Diese letztere Beobachtung, welche als die beste Stütze für Siebold's Ansicht angesehen werden darf, ist demungeachtet der Vergessenheit anheimgefallen. Eine andere Beobachtung Siebold's, wonach bei einem dieser Infusorien in Folge starker Contractionen des Körpers ein grösserer Behälter sich in die Länge zog und zuletzt in zwei kleine runde Räume theilte, ganz wie wenn ein Oeltropfen sich in zwei Theile auseinanderzieht, ist schon längst von Lachmann entsprechend widerlegt worden [2]).

Stein, der sonst als ein eifriger Anhänger von Siebold's Ansichten angesehen werden darf, lässt die eben erwähnten wichtigen Angaben Siebold's unerwähnt, obwohl er einen gleichen Entstehungsmodus des Behälters bei manchen Species beschreibt, so namentlich bei Plagiotoma (Bursaria) cordiformis, Plagiotoma blattarum, Blepharisma lateritia, Prorodon teres [3]). Stein hat, wie es scheint, die wichtigste Seite des Vorganges nicht gehörig zu würdigen gewusst, dafür spricht wenigstens der Umstand, dass er seine Ansicht, als sei der Behälter eine wandungslose Aushöhlung des Parenchyms, nicht mit den ebenerwähnten (von ihm und Siebold beobachteten) Thatsachen zu stützen sucht, sondern sich bemüht, die Wandungslosigkeit des Behälters mit anderen wenig überzeugenden Gründen zu beweisen [4]). So namentlich spricht Stein dem contractilen Be-

---

1) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. S. 21.

2) Lachmann. Ueber die Organisation der Infusorien, besonders der Vorticellinen. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, 1856. S. 376.

3) Stein. Organismus der Infusorienthiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. Erste Abtheilung. Leipzig 1859. S. 90.

4) Stein. Ibid. S. 86, 90, 89.

von der Existenz einer Membran am Behälter zu überzeugen, beschloss ich noch das Verhalten desselben an der von Claparède und Lachmann als das günstigste Untersuchungsobject angeführten Art zu untersuchen. Wenn Enchelyodon farctus in Warschaus Umgegend auch ziemlich selten ist, so findet man dasselbe doch in ausreichender Menge vor, um die Beobachtungen jener Forscher an einer bedeutenden Anzahl von Exemplaren zu prüfen [1]). Meine Beobachtungen an diesem Infusorium haben mir nun ganz andere Resultate geliefert, als den Herren Claparède und Lachmann. Da ich die Fertigkeit der letzteren in mikroskopischen Forschungen sehr wohl zu würdigen verstehe, so habe ich nichts unterlassen, um mich zu vergewissern, dass ich nicht etwa einen Fehler mir habe zu Schulden kommen lassen. Die Untersuchungen wurden an hellen Tagen im Monat Juli angestellt; das Gesichtsfeld beleuchtete ich unmittelbar mit durch transparentes mattes Papier durchtretenden Sonnenstrahlen. Ich benutzte ein Hartnacksches Mikroskop mit Immersionssystem No. 9, welches ich mit Ocularen verschiedener Stärke combinirte, um mich zu überzeugen, wie die beobachteten Phänomene bei verschiedener Vergrösserung (300—900) sich darstellen. Die auf diese

1) Die von Claparède und Lachmann (Etudes etc. Vol. I, pg. 317, tab. 17, fig. 3) gegebene Beschreibung dieser Art erlaube ich mir in folgender Weise zu vervollständigen: Enchelyodon farctus hat eine gelbliche Färbung, einen stark abgeflachten Körper, ähnlich wie Prorodon teres *Ehr. Stein.*, und eine mit länglichen Erhabenheiten verzierte Oberfläche. Die Speiseröhre ohne harte Stäbchen, aber während der Ruhe der Länge nach gefaltet, was ich daraus erschliesse, dass die an der Speiseröhre sichtbaren Streifen vielfältig unterbrochen sind und wellig verlaufen Fig. 9, 10, und insbesondere dass diese Streifen in dem Augenblicke verschwinden, wo die Speiseröhre zur Aufnahme der Beute sich erweitert. Diese Erscheinung könnte nicht statt haben, wenn Stäbchen vorhanden wären. — Die ziemlich dicke, 0,0016 Mm. messende Oberhaut hebt sich bei Zusatz von 1 procentiger Essigsäure von dem sich stark contrahirenden Körperparenchyme ab, mit Ausnahme der Mundgegend, und bildet einen weiten, vielfach gefalteten Sack; bei Zusatz von concentrirter Säure treten in der Haut zahlreiche dunkle und feine Körnchen auf. Bei Anwendung des letzteren (concentrirten) Reagenz bleibt der contractile Behälter häufig an seiner Stelle zurück und zwar im ausgedehnten Zustande; trotzdem sieht man dabei nichts von einer denselben etwa einschliessenden Membran Fig. 16. Die Länge der bei Warschau vorkommenden Exemplare beträgt ungefähr 0,18 Mm.

am contractilen Behälter von Enchelyodon farctus gewonnenen Resultate lassen sich in Folgendem zusammenstellen.

Der contractile Behälter liegt unmittelbar am hinteren Körperrande, dicht überm After, welcher sich durch eine Einbuchtung des Körperrandes markirt (Fig. 9, 10). Der Behälter ist im ausgedehnten Zustande vollkommen rund und von verhältnissmässig grosser Ausdehnung. Sobald er sich zu contrahiren beginnt, erscheinen an seiner äussern Oberfläche wie feine Perlen zahlreiche Tröpfchen einer klaren Flüssigkeit (Fig. 12). Diese Tröpfchen wachsen in eben demselben Maasse, wie der Behälter sich contrahirt. Gleichzeitig reissen die dünnen aus Körperparenchym bestehenden Scheidewände, welche die Tropfen von einander absondern, an verschiedenen Stellen entzwei, in Folge dessen bei fortschreitender Contraction des Behälters immer mehr Tropfen zu gemeinsamen Vacuolen zusammenfliessen und ihre Anzahl immer mehr verringert wird (Fig. 13). Die Contraction erfolgt anfangs sehr langsam; wenn aber der Umfang des Behälters sich etwa bis zur Hälfte vermindert hat, vollendet sich die weitere Zusammenziehung ganz plötzlich, und an der Stelle des Behälters verbleiben mehrere (gewöhnlich nur zwei) längliche Tropfen oder sogenannte Vacuolen (Fig. 14). Während dieses Vorganges behält der Behälter, so lange er sichtbar ist, seinen kreisförmigen von den umgebenden Vacuolen scharf abgegrenzten Contour; trotzdem vermochte ich selbst bei 950 facher Vergrösserung keinen doppelten die Existenz einer gesonderten Membran anzeigenden Contour wahrzunehmen. Diese negative Beobachtung kann indessen noch nicht als Beweis gelten gegen die Existenz einer solchen Membran. Einen entscheidenden Beweis liefert dagegen, meiner Ansicht nach, die Art und Weise der nachfolgenden Dilatation, die in folgender Weise sich vollzieht: Der in Folge der Contraction geschwundene Behälter dehnt sich selbst nicht wieder aus, wie dies von Claparède und Lachmann angegeben wird; man sieht hier kein Bläschen, welches allmählig an Umfang zunehmen soll, bis es die normale Grösse des Behälters erreicht; sondern der runde Behälter, welchen wir nach einiger Zeit an derselben Stelle wahrnehmen, die von seinem Vorgänger eingenommen war, kommt auf eine ganz andere Weise zu Stande. Die nach Verschwinden des früheren Behälters übriggebliebenen Tropfen oder Vacuolen nehmen sichtlich an Umfang zu. Die dünne Schicht von Sarcode, welche sie noch von einander scheidet, bekommt hinten an jener Stelle, wo die Vacuolen

am meisten einander genähert sind, einen Einriss, so dass beide Räume zu einem einzigen zusammenfliessen, welcher anfangs noch durch einen Vorsprung in zwei ungleiche Theile geschieden ist (Fig. 15). Allmählig aber zieht sich dieser Vorsprung, wie sich deutlich beobachten lässt, immer mehr zurück und schwindet in dem Körperparenchym, während die auf diese Weise gebildete grosse Vacuole keine Spur mehr ihrer Entstehungsweise erkennen lässt, sich immer mehr abrundet und somit schliesslich wieder einen neuen Behälter darstellt, der dieselbe Stelle einnimmt, wie der frühere Behälter. Der neu gebildete Behälter beginnt nach längerer Zeit d. h. nach einigen Minuten in der vorher beschriebenen Weise sich zu contrahiren, um nach vollendeter Contraction nicht wieder sich zu dilatiren; vielmehr entsteht ein neuer mit Flüssigkeit erfüllter Hohlraum aus den nach letzterem zurückgebliebenen Tropfen, sowie aus Flüssigkeit, welche aus dem Körperparenchym zu denselben übersickert, u. s. w. Man kann an einem und demselben Exemplare die mehrfache Wiederholung des eben beschriebenen Vorganges beobachten.

Ein ganz ähnliches Verhalten des Behälters, wie bei Enchelyodon, beobachtete ich auch bei anderen Arten. So wurde durch Herrn stud. Leon Nowakowski meine Aufmerksamkeit auf den Behälter von Trachelophyllum apiculatum und Loxophyllum fasciola *Clap. Lachm.* gelenkt, welche letztere Art ich ihres cilienfreien Rückens wegen zu der von mir unterschiedenen neuen und mit dem Namen Leionata bezeichneten Gattung zähle. Indem ich aber die nähere Beschreibung dieser Gattung und ihrer Arten mir für eine andere Gelegenheit erspare, will ich hier nur dem Verhalten des Behälters bei beiden erwähnten Infusorien eine nähere Berücksichtigung angedeihen lassen.

Bei Trachelophyllum apiculatum liegt der Behälter in ähnlicher Weise wie bei Enchelyodon am hinteren Körperrande und oberhalb der Afteröffnung. Vom Behälter zieht sich bis zum Körperrande ein zwar schmaler aber deutlicher Canal (Fig 4), durch welchen Excremente nach Aussen treten; auch ergiesst sich während der Contraction des Behälters der Inhalt des letzteren durch jenen Canal nach Aussen. Man kann sich leicht davon überzeugen, indem bei jeder Contraction des Behälters der Canal sich bedeutend erweitert und demnächst wieder verengt [1]). Beim Beginn der Contraction

1) Einen ähnlichen Canal fand ich bei Climacostomum virens; derselbe

kommen rings um den Behälter zahlreiche perlartige Tröpfchen zum Vorschein, die bein Fortschreiten der Contraction allmählig sich vergrössern und mehr oder weniger mit einander zusammenfliessen (Fig. 4); bei vollendeter Contraction bleiben in Folge dessen nur noch zwei, drei (Fig. 5), zuweilen noch mehr solcher Tröpfchen übrig (Fig. 8). Nach einiger Zeit beginnen die sarkodeartigen Scheidewände zwischen den letzteren auseinander zu weichen, die Tropfen fliessen einer nach dem anderen mit einander zusammen, und bilden schliesslich eine einzige grosse Vacuole mit unregelmässiger und veränderlicher Begrenzung, entsprechend der Anzahl von Tropfen, welche zu ihrer Bildung beigetragen haben (Fig. 6, 7, 8). Sobald die auf eine solche Weise entstandene Vacuole sich abgerundet hat, so ist damit auch der erweiterte Behälter wieder hergestellt oder »die Diastole« ist beendigt. Trotz des geringen Durchmessers des Behälters, seiner schnellen Contractionen und der ziemlich schnellen und unausgesetzten Bewegungen des Thieres sind die angeführten Beobachtungen dennoch leicht anzustellen; auch bedarf es dazu keiner bedeutenden Vergrösserungen [1]).

Bei Leionata fasciola (wahrscheinlich Trachelius lamella von Siebold) bleibt nach erfolgter Contraction des Behälters nichts zurück; man nimmt eine Zeit lang keine Tropfen wahr. Nach Verfluss einiger Minuten treten indessen an Stelle des verschwundenen Behälters mehrere wasserklare Tröpfchen auf, die mit einander zusammenfliessen und auf diese Weise einen neuen Behälter herstellen.

Ein ähnliches Verhalten des contractilen Behälters fand ich auch bei Blepharisma lateritium Stein; ferner auch bei einer Art aus der Gattung Prorodon, die in mit faulendem Wasser erfüllten

---

ist hier aber sehr kurz und eng. Es scheint, als ob auch bei Enchelyodon ein solcher Canal existire; wenigstens sieht man hier in der Mitte des Behälters einen hellen Fleck, welcher in seinem Centrum einen dunkleren Punkt umschliesst.

1) Trachelophyllum apiculatum ist bei Warschau ziemlich häufig und findet sich in faulendem stark nach Schwefelwasserstoff riechenden Wasser. Bei einigen Exemplaren fand ich an der Körperoberfläche eine dünne körnige Schicht (Fig. 4); es war dies wahrscheinlich jene von Stein erwähnte gallertartige Umhüllung. Die Länge der bei Warschau vorkommenden Exemplare beträgt 0,15—0,20 Mm. Der Körper dieses Thieres ist ungemein contractil, so dass man dasselbe zu Steins »schnellenden Infusorien« zählen könnte (vergl. Fig. 3, 4, 5, 8).

hälter eigene Wandungen ab, weil ungeachtet ganz scharfer Umgränzung des Behälters die Wandungen desselben direct nicht zu demonstriren sind; zweitens weil er im Innern des Behälters oder in dessen Kanälen fremde Organismen zu beobachten Gelegenheit gehabt hat; ferner führt Stein an, dass bisweilen der Behälter seine normale Lage ändern könne, wie bei Stylonychia Mytilus und Urostyla grandis, wenn er von den angehäuften Keimkugeln verschoben wird. Wenn man unbefangen alle diese Thatsachen in nähere Erwägung zieht, so muss man bekennen, dass keine von ihnen als wirklich beweisend angesehen werden kann. Die Unmöglichkeit des Nachweises einer Membran am Behälter liefert seiner rein negativen Natur wegen keinen ausreichenden Beweis. Die Astasien und Vibrionen in den Canälen oder im Behälter selbst können gleichfalls nicht als Beweis angeführt werden, wenn wir erwägen, dass Parasiten die membranösen Wandungen der Organe zu durchdringen vermögen. Was endlich das Verschieben des Behälters durch Keimkugeln oder andere im Parenchym eines Infusoriums befindliche feste Körper anbetrifft, so kann ich in dieser Erscheinung nichts finden, was für das Vorhandensein oder die Abwesenheit einer membranösen Wandung des Behälters sprechen möchte; wollte man dieselbe verwerthen, so dürfte am Ende diese Thatsache eher zu Gunsten einer Membran sprechen, worüber übrigens weiter unten noch specieller die Rede sein wird. Wenn ich nun auch nicht umhin kann, die von Stein angeführten Beweise für die Deutung des Behälters als einer einfachen Aushöhlung im Parenchym des Körpers als unzureichend anzusehen, so muss ich doch andererseits auf seine Beobachtungen hinsichtlich der Canäle ein desto grösseres Gewicht legen, weil sie für die Abwesenheit einer Membran an den Canälen ebenso beweisend zu sein scheinen, wie die von Siebold am Behälter angestellten Beobachtungen. Stein giebt an [1]), dass bei Stylonychia mytilus im Vordertheile des Körpers sich Flüssigkeitstropfen ansammeln, die, indem sie sich vereinigen, zur Entstehung grösserer Tropfen Anlass geben. Diese Tropfen werden durch den Zufluss von Flüssigkeit aus vorderen Körpertheilen immer grösser, um endlich als langgezogene canalartige Flüssigkeitsströme in den Behälter überzugehen, ohne dabei immer eine und dieselbe Bahn einzuschlagen. Da, wie ich mich

---

1) Stein. Ibid. S. 89. Taf. VIII. Fig. 1, 5. Taf. VII. Fig. 4.

überzeugt habe, die Sache sich wirklich so verhält, so ist es nicht wohl möglich zu behaupten, dass die Canäle bei Stylonychia mytilus von membranösen Wandungen umgeben sind, man muss sie vielmehr, wie ich glaube, mit Stein als unmittelbar vom Parenchym umgrenzte Aushöhlung ansehen.

In neuester Zeit hat auch Schwalbe [1]) versucht, den Behälter als eine wandungslose Aushöhlung im Körperparenchym nachzuweisen, wobei er sich auf Beobachtungen an Stentor polymorphus, Spirostomum und Trachelius ovum stützt. Ueber das letztgenannte Infusorium meldet er nämlich, dass seine zahlreichen Behälter mit der Körpersubstanz in langsamer Strömung streckenweise fortgeführt werden. Diese höchst interessante Beobachtung scheint mir jedoch die Abwesenheit einer Membran kaum zu beweisen, wie überhaupt eine Dislocation des Behälters in dieser Hinsicht als nichts beweisend anzusehen ist. Bei Stentor und Spirostomum, besonders deutlich bei ersterem, soll beim Eintritt der Diastole die im Gefässe enthaltene Flüssigkeit sich langsam in das Parenchym hineinarbeiten und dasselbe auseinanderdrängen. Anfangs sendet das Parenchym (bei Stentor) noch zahlreiche Zacken und Spitzen in das Lumen hinein, welche jedoch bald theils durch selbständige Contraction sich zurückziehen, theils durch das nachdringende Wasser zurückgetrieben werden. In Bezug auf diese Beobachtungen, die man unstreitig als zu Gunsten der von Schwalbe vertheidigten Ansicht sprechend anzusehen hat, vermochte ich mir nicht durch eigene Beobachtungen eine eigene Ansicht zu verschaffen. Ich will hier aber noch einer Beobachtung Schwalbe's Erwähnung thun. Derselbe giebt nämlich an, dass bei Chilodon cucullus, der in einem Tropfen unter dem Deckglase längere Zeit hindurch aufbewahrt wird, die pathologische Erscheinung einer Vermehrung der contractilen Behälter auftritt, so dass Autor in einem Falle bis gegen acht Behälter gesehen hat. Gestützt auf eigene Beobachtung zahlreicher und ganz frisch eingefangener Infusorien dieser Species, die ganz munter umherschwammen und begierig die vorhandenen Diatomeen verschluckten, kann ich indessen entschieden behaupten, dass contractile Behälter bei dieser Art im normalen Zustande viel zahlreicher vorkommen, als es Schwalbe glaubt, und dabei um so zahlreicher, je grösser das

---

1) Schwalbe. Ueber den contractilen Behälter der Infusorien. Schultze's Archiv für mikr. Anat. Bd. II, 1866, S. 351 u. f.

Thier ist, dem sie angehören. So habe ich nur fünf Behälter gefunden bei einem kleinen 0,090 Mm. langen Exemplare, bei grossen 0,140—0,22 Mm. langen Thieren habe ich bis 21 Behälter gesehen (Fig. 17, 18); bei ganz kleinen Formen, die dem Chilodon uncinatus *Clap. Lachm.* entsprechen und 0,045—0,048 Mm. lang waren, vermochte ich nur zwei oder drei Behälter aufzufinden.

Die Beweise für die Existenz einer gesonderten contractilen Wandung am Behälter beschränken sich auf zwei Beobachtungen von Lachmann und Claparède. Lachmann giebt an, dass, wenn bei Spirostomum ambiguum Kügelchen von Excrementen sich durch die den contractilen Behälter umgebende dünne Schicht von Parenchym hindurchschieben, die Wandungen des letzteren nach Innen zu hervorgedrängt werden, wobei indessen die Kügelchen niemals in den Behälter selbst hineinfallen, was nach Lachmann's Ansicht beweisen solle, dass der Behälter von einer sogar ziemlich festen Membran eingeschlossen sei [1]). Diese Ansicht wird noch bestärkt durch Beobachtungen, welche in dem gemeinsam von Lachmann und Claparède herausgegebenen Werke niedergelegt sind. Diese beiden als sorgfältige Beobachter anerkannten Forscher geben an, dass an dem am hinteren Rande des Körpers gelegenen contractilen Behälter von der unter dem Namen Enchelyodon farctus von ihnen beschriebenen Art folgende Erscheinungen wahrzunehmen sind: Sobald der Behälter sich zu contrahiren beginnt, treten auf seiner ganzen äusseren Oberfläche Tropfen einer klaren Flüssigkeit heraus, mit Ausnahme der Stelle, wo der Behälter mit der Cuticula des Körpers verwachsen ist. Die auf diese Weise von Aussen und Innen von einer durchsichtigen Flüssigkeit eingeschlossene Membran des Behälters werde deutlich sichtbar, zeige doppelte Contouren und man werde sogar in Stand gesetzt, ihre Dicke zu messen; dieselbe beträgt ihrer Angabe nach 0,0013 Mm. Die Contraction des Behälters erfolgt nach ihrer Beschreibung nur sehr langsam und allmählig, in dem Maasse, wie dieselbe fortschreitet, wird der von den erwähnten Tropfen klarer Flüssigkeit eingeschlossene und von einer deutlichen Membran begrenzte Behälter immer kleiner; schliesslich nachdem die Zusammenziehung des letzteren vollständig geworden ist, bleibt

1) Lachmann. Ueber die Organisation etc. Müller's Archiv 1856, S. 343 u. fg. — Man vergleiche auch Claparède et Lachmann. Etudes etc. Vol. I. p. 53, Anmkg., Taf. XI, Fig. 1.

nur eine unregelmässig begrenzte mit aus dem Behälter ausgetretener Flüssigkeit erfüllte Vacuole übrig, während an der Stelle, wo der Behälter mit der Körperwandung verwachsen ist, ein kleines Knöpfchen zurückbleibt, bestehend aus der vollständig contrahirten Membran des Behälters. Nach einiger Zeit beginnt der Behälter, den Angaben von Claparède und Lachmann nach, sich wieder auszudehnen; an jener Stelle, wo das Knöpfchen lag, erscheint ein kleines Bläschen (une petite gonfle), ähnlich einem das Oberhäutchen berührenden Ringe. Dieser Ring nimmt allmählig an Umfang zu, bis er zuletzt den gewöhnlichen Durchmesser des Behälters erreicht, womit dann die Ausdehnung desselben vollendet ist [1].

Diese mit aller Bestimmtheit in einem in jeder Beziehung sehr schätzbaren Werke hingestellte Beobachtung, sowie die erwähnte Beobachtung von Lachmann, betreffend die Festigkeit der Wandung des Behälters bei Spirostomum ambiguum, verdienen in jeder Hinsicht volle Berücksichtigung und sind geeignet, die Ueberzeugung von der Existenz einer contractilen Membran am Behälter zu befestigen. Ich betrachtete dies letztere beim Beginn meiner Untersuchungen über die Anatomie der Infusorien, zumal die Beobachtungen Siebolds mir noch fremd waren, als eine erwiesene Thatsache, besonders nachdem ich mich mit eigenen Augen überzeugt hatte, dass der Behälter in der That die von Lachmann beobachtete Widerstandsfähigkeit gegen den Druck der Kothballen zeige. Diese Ueberzeugung befestigte sich bei mir noch mehr, als ich bei Trachelophyllum apiculatum *Clap.-Lachm.* bemerkte, dass die zwischen der Leibeswand und dem Behälter sich durchdrängenden Ballen nicht nur die Umgrenzung des letzteren nach Innen vorwölbten, sondern sogar den letzteren aus seiner gewöhnlichen Lage herausdrängten, ohne dabei indessen in das Innere des Behälters einzudringen, dass derselbe sich mithin wie eine hohle elastische Kugel verhält (Fig. 1—3). In der Ueberzeugung, dass diese Thatsache beitragen könne zur Aufklärung der Anschauungen über den wahren Bau des Behälhälters, habe ich dieselben vor mehreren Jahren der Oeffentlichkeit übergeben [2]. Um mich nun noch ganz bestimmt und unzweifelhaft

---

1) Claparède et Lachmann. Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. I. Vol. S. 53, 317.

2) Wrześniowski. Observations sur quelques Infusoires. Annales des sciences naturelles. Zoologie. 4. Série. Tom. 16, 1862. pg. 335; tab. 9, fig. 10—12.

Teichen bei Warschau ziemlich häufig ist und der Art Prorodon edentatus *Clap. Lachm.* zu entsprechen scheint [1]); und endlich bei einer grossen Nassula, die vermöge der mir zu Gebote stehenden Literatur nicht näher hat bestimmt werden können. Fügen wir zu den erwähnten Arten noch diejenigen, bei denen Siebold und Stein einen ganz ähnlichen Vorgang beobachtet haben, so werden wir die Ueberzeugung gewinnen, dass derselbe nicht als besondere Ausnahme vereinzelt dasteht. Ich zweifle auch nicht, dass die Anzahl analoger Beobachtungen noch bedeutend grösser werden wird, sobald man nur das Verhalten des Behälters während der Dilatation und Contraction genauer untersuchen wird.

Bei einigen Infusorien findet zwar ein anderer Modus der Contraction statt, als bei den eben erwähnten; indessen beweisen die betreffenden Erscheinungen auch hier, wenn auch weniger schlagend, dass eine contractile Membran am Behälter nicht existiren könne. Die sogenannten Canäle schwinden nämlich bei der Diastole von ihrem Ende aus bis zu einem gewissen Punkte, an welchem sie sich in demselben Maasse erweitern; an diesem Punkte liegt der Behälter, welcher vor Vollendung seiner Dilatation unregelmässige Contouren annimmt, bis er schliesslich sich abrundet und damit seine Ausdehnung beendet. Eine derartige Entstehungsweise ist von Lieberkühn bei Bursaria vorticella beschrieben; ich selbst beobachtete sie bei Climacostomum virens [2]). — Auch Uroleptus piscis, welcher

---

1) Die von mir beobachtete Form unterscheidet sich von Prorodon edentatus Clap. Lachm. (Etudes etc. Vol. I, pg. 321, tab. 18, fig. 4) durch die verlängerte Gestalt des Kernes und den Mangel eines Bündels langer Cilien am hinteren Körperende; dieses letztere Unterscheidungsmerkmal dürfte wohl seine Bedeutung haben, während das erstere mir nicht entscheidend zu sein scheint, da die Gestalt des Kernes bei derselben Art vielfachen Modificationen unterworfen ist; ausserdem ist bei Claparède und Lachmann die Darstellung des Kernes häufig fehlerhaft.

2) Wrześniowski: Observations etc. Ann. des Sc. nat. 4 Serie, Vol. 14, pg. 329, tab. 8, fig. 1—4 bis. — In dieser Arbeit habe ich irriger Weise diese Art als neu beschrieben und Leucophrys Claparedii benannt, und ausserdem habe ich die adoralen Wimpern bei demselben auch entlang dem rechten Rande des Peristoms gezeichnet, obschon an dieser Stelle keine anderen Cilien vorkommen, als wie die kurzen Cilien. welche auch die übrige Körperfläche bedecken. Merkwürdiger Weise haben Claparède und Lachmann denselben Fehler begangen, welche diese Art unter dem Namen Leucophrys patula beschrieben haben (Etudes etc. Vol. I, pg. 229, Taf. 12 Fig. 2). Dieser

bisher als der Kanäle entbehrend angesehen wurde, verhält sich während der Contraction und Dilatation des Behälters in ganz gleicher Weise, nur mit dem Unterschiede, dass der Behälter am linken Körperrande in der Nähe der Mundöffnung gelegen ist, während der erst nach Verfluss einiger Zeit nach dem Schwinden des Behälters auftretende Kanal am linken Körperrande in bedeutender Ausdehnung sich hinzieht. Indem dieser Kanal von beiden Enden aus nach der Stelle hin sich contrahirt, an welcher der Behälter gelegen war, und gleichzeitig an jener Stelle sich erweitert, bildet derselbe einen neuen Behälter in ganz gleicher Weise wie bei Climacostomum virens (Fig. 23—27), und zwar bildet sich zunächst eine mehr oder weniger dreieckige Vacuole, die sich abrundet und dadurch zum Behälter wird.

Die Bedeutung dieser Thatsachen für die Aufklärung der wahren Beschaffenheit des contractilen Behälters ist meiner Ansicht nach eine augenscheinliche. Denn wenn der bei jeder Dilatation auftretende contractile Behälter ein ganz neues Gebilde darstellt, das keineswegs identisch ist mit dem Behälter, welcher vorher sich contrahirt hatte, so lässt sich nicht wohl annehmen, dass derselbe mit einer eigenen membranösen und contractilen Wandung versehen sei; denn man müsste alsdann gleichzeitig die ziemlich precäre Vermuthung aufstellen, dass bei jeder Contraction jene Wandung des früheren Behälters schwinde und an dem sich dilatirenden neuen Behälter eine solche eigene Membran sich neu bilde. Auf diese Weise finden also die von den Forschern unbeachtet gebliebenen Beobachtungen Siebold's am Behälter von Bursaria (Plagiotoma) cordiformis, Trachelius (Loxophyllum *Clap. Lachm.*) lamellae und Phialina vermicularis eine Bestätigung durch analoge Beobachtungen an einigen anderen Arten; und somit können wir auch die Schlüsse, welche Siebold aus seinen Beobachtungen gezogen hat, als vollkommen berechtigt anerkennen.

Name ist unrichtig gewählt, wie dies Stein nachgewiesen hat (Sitzungsberichte der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, 1860, Februar, pg. 44 u. folg.). Denselben Fehler in Betreff der Mundcilien hat auch Eberhard begangen (s. Stein, ebendaselbst, 1862, April, pg. 54). Zur Berichtigung des von mir begangenen Fehlers füge ich hier die berichtigte Zeichnung dieser Art bei (Fig. 21). sowie auch die Zeichnung des mit 1procentiger Essigsäure behandelten Kernes (Fig. 22).

Enchelyodon farctus hat uns also einerseits den Beweis geliefert, dass der Behälter einer gesonderten contractilen membranösen Hülle entbehrt, und andererseits hat es uns gezeigt, dass der Behälter trotzdem eine verhältnissmässig nicht unbedeutende Festigkeit besitzt, so dass es dem Drucke der Kothballen ausgesetzt nicht nur seine Gestalt, sondern auch seine Lage in Folge dessen zu verändern im Stande ist. Bei Enchelyodon faretus ballt der Koth sich häufig zusammen, obschon das Thier niemals Speiseballen in seiner Speiseröhre bildet, vielmehr verschlingt es wie andere Arten, welche der Cilien an der Innenfläche ihrer Speiseröhre entbehren, nur grössere Körper, in diesem Falle lebende Infusorien. Ich habe bis jetzt noch nicht zu ermitteln vermocht, wie es geschieht, dass bei einer solchen Ernährungsweise die zur Entleerung nach Aussen bestimmten Theile sich in ähnlicher Weise zu rundlichen Massen zusammenballen, wie die in der Speiseröhre sich bildenden Speiseballen bei Infusorien, bei denen die Speiseröhre mit Cilien versehen ist; nur so viel habe ich wahrgenommen, dass dieser Vorgang sich häufig bei Infusorien wiederholt, welche ähnliche Gewohnheiten zeigten wie Enchelyodon. So sammeln sich z. B. bei Amphileptus gigas *Clap. Lachm.*, Gastrotricha folium *mihi* und selbst bei Chilodon cucullus die unverdauten Theile in Vacuolen der Sarcode und in diesem Zustande werden sie nach Aussen entleert. Bei der letzteren Art sammeln sich die kleineren Bacillarien in grösserer Menge in einem Hohlraume dicht über dem After an, während jede grössere Bacillarie ihren eigenen Hohlraum ausfüllt (Fig. 17). Derartige Vacuolen bilden keineswegs beständige Reservoire für den Koth; dies geht daraus hervor, dass sie bei der Entleerung desselben sichtlich kleiner werden und schliesslich selbst nach Aussen treten (Fig. 18), während dafür in dem Maasse, als es die Nothwendigkeit erfordert, neue an anderen Stellen gelegene Vacuolen sich bilden. Bei Enchelyodon farctus sammelt sich der Koth immer dicht über dem contractilen Behälter an, welcher ihn vom After scheidet (Fig. 9); indem nun der Koth zu dieser Oeffnung sich hinabbegiebt, findet er für seinen Durchtritt zwischen dem Behälter und der Körperwandung nicht ausreichenden Raum; in Folge dessen übt er auf den Behälter einen Druck aus, biegt dessen Wandung nach Innen vor (Fig. 10) und verschiebt sogar seitlich den ganzen Behälter aus seiner gewöhnlichen Lage in der Nähe des Afters. Trotzdem gelangt in den Behälter auch nicht das geringste Theilchen vom Kothe, welcher angelangt an der Afteröffnung all-

mählig durch dieselbe hinaustritt (Fig. 11). Der Behälter verhält sich hier ganz ebenso, wie bei Trachelophyllum apiculatum, und daneben treten bei diesen beiden Infusorien auch noch andere Erscheinungen auf, die gegen die Annahme einer membranösen Wandung am contractilen Behälter sprechen. Wir müssen in Folge dessen zugestehen, dass wenn der Behälter auch keine eigene Membran besitzt, so ist doch die seine Begrenzung bildende Wandschicht so widerstandsfähig, dass sie das Eindringen des stark andrängenden Kothballens verhindert; diese Widerstandsfähigkeit kann indessen nicht als ein Beweis gelten für die Existenz einer besonderen von der umgebenden Sarcode unterschiedenen Membran. Sind wir nun aber einerseits zu derartigen Schlüssen gelangt, so gerathen wir doch andererseits in Verlegenheit, wenn wir versuchen, den Grund dieser Widerstandsfähigkeit zu erklären, zumal dieselbe an den schwindenden und sich wieder neu bildenden Behältern gleichfalls stets vergehen und wieder neu entstehen muss. Fasst man den Behälter als einfache Aushöhlung inmitten der Sarcode auf, so wird man sich folgerichtig nachstehende Fragen zur Beantwortung vorlegen müssen: 1. Wodurch erhält die diesen Hohlraum begrenzende Wandung eine solche Festigkeit, dass sie dem Drucke von Aussen andrängender Körper widerstehen und deren Uebertritt in das Innere des Hohlraumes verhindern kann? 2. Wie hat man sich den Mechanismus der Entleerung und Wiederanfüllung dieses Raumes vorzustellen? 3. Weshalb bildet sich der Behälter immer an derselben Stelle? Ohne den Versuch zu wagen zur Beantwortung der letzteren Frage, deren Lösung ich vorläufig noch für unausführbar halte, glaube ich doch, dass die beiden ersteren Fragen etwa in folgender Weise zu beantworten sein dürften:

Die Festigkeit der den Behälter begrenzenden Wand, welcher wir die charakteristischen Eigenschaften einer Membran nicht zuzuerkennen vermögen, lässt sich nach dem Vorgange von Hoffmeister mit Rücksicht auf die Behälter oder die von ihm sogenannten Vacuolen der Zoosporen durch den höchst merkwürdigen Umstand erklären, dass die oberflächliche Schicht einer Flüssigkeit eine grössere Dichtigkeit zeigt, als wie die von ihr eingeschlossenen Theile. Wie weit dieser Unterschied der Dichtigkeit in verschiedenen Schichten von Flüssigkeit reichen kann, welche in Form von Tropfen in einer anderen Flüssigkeit suspendirt ist, mit welcher sie sich nicht mischt, das zeigen sehr schlagend die von Max Schultze und Küh-

ne [1]) gemachten Beobachtungen, welche angestellt waren an auf Wasser schwimmenden Oeltropfen und an in concentrirter Kochsalzlösung suspendirten und mit Jod gefärbten Tropfen von Schwefelkohlenstoff. Besondere Beachtung verdienen aber für unseren Zweck die Untersuchungen von Kühne über das Verhalten von Eiweisstropfen in destillirtem Wasser. Derselbe Vorgang, welchen man beobachtet an einem mit Wasser in Berührung tretenden Eiweisstropfen oder an der Oberfläche einer Amoebe, welche Kühne ganz treffend mit einem solchen Tropfen vergleicht, erfolgt auch an der Peripherie des contractilen Behälters im Körper der Infusorien. Die mit der im Behälter enthaltenen Flüssigkeit in Berührung tretende Wandschicht des Behälters verdichtet sich nämlich dadurch so weit, dass sie den Eintritt des Kothballens in das Innere des letzteren zu verhindern im Stande ist; ja man könnte sogar zugeben, dass an der Oberfläche des Behälters durch eine Art von Gerinnung in ähnlicher Weise eine doppelt contourirte Membran gebildet werde, wie an der Kühneschen Meerwasser-Amoebe [2]), welche während einiger Augenblicke in süsses Wasser gesetzt war; diese Membran bildet indessen kein selbständiges Gebilde und schwindet leicht wieder, sobald die ihre Entstehung bedingende Ursache aufhört zu wirken. Diese Ursache wird auch am Behälter beseitigt, sobald derselbe sich entleert hat und seine Wandungen somit nur noch mit dem Körperparenchym in Berührung bleiben. In ähnlicher Weise erfolgt eine Schmelzung der Wandschicht an der gemeinschaftlichen Berührungsstelle zweier benachbarter Eiweisstropfen oder auch an einem und demselben Tropfen, wenn derselbe zusammengedrückt wird und zwei Punkte der Oberfläche sich gegenseitig berühren [3]). Die Bildung einer dichteren Schicht, als wie das umgebende Körperparenchym, findet auch statt an der Oberfläche von Kothballen. So nimmt bei Chilodon cucullus die den Koth enthaltende Vacuole an Umfang ab in dem Maasse, wie derselbe nach Aussen entleert wird, bis sie endlich selbst durch die weite am Rücken und am hinteren Rande des Körpers und rechts von der Körperaxe befindliche Afteröffnung hinaustritt und

---

1) Max Schultze: Das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen. Leipzig 1863, Seite 59 u. folg. — W Kühne: Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864. Seite 36 u. folg.

2) Kühne a. a. O. Seite 41, Anmkg.

3) Ebendaselbst, Seite 38.

noch längere Zeit hindurch an demselben in Form eines durchsichtigen Bläschens hängen bleibt (Fig. 18). Wir ersehen also hieraus, dass diese Vacuole sich so darstellt, als ob sie von einer besonderen contractilen Membran eingeschlossen wäre, und doch kann ihr eine solche nicht zuerkannt werden, wenn man die Art und Weise ihrer Entstehung in Betracht zieht. Wenn wir nun also auch im Stande wären, einen doppelten Contour am Behälter nachzuweisen, so würde es doch noch zweifelhaft bleiben, ob derselbe in der That von der Anwesenheit einer besonderen Membran herrührt, welche in morphologischer Beziehung sich wesentlich unterscheidet von der Körpersarcode, wie dies J. Müller, Lieberkühn, Lachmann, Claparède u. A. behaupten, und zwar würde man so lange daran zweifeln dürfen, bis es nachgewiesen würde, dass die betreffende Membran eine eigene, selbständige, von der Contractilität der übrigen Sarcode unabhängige Contractilität besitzt.

Wenn man nun also dem Behälter eine besondere Membran abspricht, welche die Fähigkeit besitzt, sich zu contrahiren und zu dilatiren, und somit den von ihr eingeschlossenen Behälter zu verengern oder zu erweitern, so muss man annehmen, dass die Systole und Diastole des letzteren bewirkt wird durch die Ausdehnung und Contraction der die umgebende Körpersubstanz bildenden Sarcode. Indem nämlich letztere sich immer mehr ausdehnt, muss sie auch den als Behälter sich darstellenden Raum schliesslich ausfüllen und somit dessen scheinbar active Contraction bewirken; umgekehrt wird bei der Contraction der Sarcode leicht ein Hohlraum sich bilden können, welcher mit aus der Sarcode tretender Flüssigkeit sich anfüllt. Ich bin mithin überzeugt, dass die Systole und Diastole des Behälters nur vermöge der Hoffmeister'schen auf die Imbibitionsfähigkeit der Sarcode bezüglichen Theorie sich erklären lässt, und zwar wird man, wenn man letztere auf den Behälter der Infusorien anzuwenden versucht, die ganze Erscheinung auf folgende Weise sich erklären müssen:

Sobald die Sarcode eine bedeutende Menge von Wasser in sich aufgenommen und die Fähigkeit zu weiterer Wasseraufnahme bereits eingebüsst hat, so wird ein Theil dieser Flüssigkeit, welche auch noch gewisse Stoffe gelöst enthält, in Form von Tropfen ausgeschieden und fliesst zu dem sogenannten Behälter zusammen. Die den Behälter unmittelbar umgebende Sarcodeschicht condensirt sich und wird nach einiger Zeit für Flüssigkeit schwer durchgängig. Dem-

nächst beginnt die Imbibitionsfähigkeit der übrigen Sarcode wieder zuzunehmen. Letztere nimmt daher immer mehr Wasser auf, welches mit der Nahrung von Aussen in den Körper eindringt, während die Flüssigkeit im Behälter durch die verdichtete Hülle nicht wieder so leicht in das Körperparenchym zurückdiffundiren kann. Indem nun die Sarcode in Folge der Wasseraufnahme immer mehr sich ausdehnt (aufquillt), übt sie einen immer stärker werdenden Druck auf den Behälter aus und presst schliesslich aus letzterem die Flüssigkeit heraus, welche entweder durch eine besondere Oeffnung an der Körperoberfläche nach Aussen sich entleert oder auch, wie dies Stein bei einigen Infusorien annimmt, durch eine verdünnte Stelle in der Körperwand. Eine solche Entleerung nach Aussen kann, wie ich überzeugt bin, nach den Beobachtungen von Stein[1]) und Lachmann[2]) nicht mehr zweifelhaft sein. Auch mir ist es, wie oben bereits erwähnt, gelungen zu beobachten, dass bei Trachelophyllum apiculatum während einer jeden sogenannten Contraction des Behälters eine Erweiterung des Canales statt hat, welcher vom Behälter zum After führt. — Mit der eben angeführten Theorie lässt sich, so viel ich weiss, bis jetzt nur eine Thatsache nicht in Einklang bringen: Bei Spirostomum wird nämlich während der Systole der vom Behälter vorher eingenommene Raum nicht von Sarcode ausgefüllt, sondern die Wandungen des Behälters legen sich aneinander, gewissermassen wie die Wandungen eines schnell entleerten Darmes, wie dies auch von Stein in seinen Zeichnungen sehr getreu wiedergegeben ist[3]). Sollten weitere Forschungen den Nachweis liefern, dass eine derartige Systole, welche mittelst der Hoffmeister'schen Theorie vorläufig nicht zu erklären ist, überhaupt mit der oben aufgestellten Hypothese nicht in Uebereinstimmung zu bringen sei, so müsste man die letztere allerdings vollständig fallen lassen und eine andere entsprechendere Erklärung zu geben versuchen.

2. Ueber Trichocysten.

Mit Uebergehung einer specielleren Auseinandersetzung der Ansichten früherer Autoren über die Natur und den Bau der Tri-

1) Stein: Organismus etc. 1. Abtheilung. S. 87. 90.

2) Leuckart: Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während des Jahres 1859. Archiv für Naturgeschichte. 1861. Bd. 2. S. 247.

3) Stein: Organismus etc. 2. Abtheilung. Taf. II. Fig. 8.

chocysten will ich hier nur erwähnen, dass Stein das Heraustreten der Fäden dadurch zu erklären versucht, dass er annimmt, es werde durch die Contractionen des Körpers die dieselben bildende weiche Masse durch in der Cuticula existirende Poren hindurchgepresst [1]). Obschon ich mir nicht schmeichele, die Schwierigkeiten und Zweifel in Betreff der wahren Constitution der Trichocysten durch meine Beobachtungen endgültig beseitigen zu können, so theile ich sie doch mit, weil ich glaube, dass dieselben von geschickteren Händen wiederholt zu vielleicht noch günstigeren Resultaten zu führen geeignet sind. Was die Erklärung der im Folgenden näher zu erwähnenden Thatsachen anbetrifft, so will ich das nur hervorheben, dass sie meinem eigenen Erachten nach für die Ansicht derer zu sprechen scheinen, welche nach Allmans Vorgange sie für Nesselorgane anzusehen geneigt sind.

Der Austritt der Fäden wurde bei meinen Versuchen stets bewirkt durch die auf irgend eine Weise bewerkstelligte Reizung des Thieres oder durch mechanischen Druck, welcher mittelst des Deckgläschens auf das Infusorium ausgeübt wird. Ein solcher Druck findet namentlich statt, wenn das Wasser unter dem Gläschen allmählig verdunstet und das letztere vermöge der eigenen Schwere einen allmählig stärker werdenden Druck auf das Thier auszuüben beginnt; in solchen Fällen erfolgt bei einer gewissen Grösse des Druckes ein sehr reichlicher Austritt von Fäden aus den Trichocysten. Ich beobachtete dies hauptsächlich bei Paramecium aurelia, Paramecium bursaria und Ophryoglena spec. indef. Bei der Anwendung eines solchen Verfahrens fand ich oft Paramecium aurelia und bursaria mit völlig unversehrten Cilien und daneben den ganzen Körper mit langen, sehr dünnen, geraden und unbeweglichen Borsten wie übersäet. In anderen Fällen stiess das gequetschte und an mehreren Stellen geborstene Thier Massen von Fäden aus, die sich in seiner Umgebung anhäuften, ohne dass es trotzdem aufgehört hätte, seine kurzen Cilien zu bewegen; bei Zusatz einer ausreichenden Wassermenge gewann das Thier die normalen Lebensbedingungen wieder, schwamm davon, ohne dass in der Anordnung der Cilien irgend eine Störung wahrzunehmen gewesen wäre, und liess die ausgestossenen Fäden zurück. Der Vorzug dieser Procedur, vermöge deren das Infusorium gezwungen wird, seine Trichocysten zu ent-

---

1) Stein: Ebendas. S. 10.

leeren, besteht hauptsächlich darin, dass die Cilien dabei keine Veränderungen erleiden, an ihrer Stelle verbleiben und ihre Bewegung nicht einstellen; dieselbe liefert mithin den Beweis, dass die Cilien sich nicht zu scheinbaren Trichocystenfäden verlängern und erstere mit letzteren nicht wohl verwechselt werden können. Diese Methode hat andererseits aber wieder den Nachtheil, dass ihre Anwendung mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft ist. Es finden sich nämlich in dem das Infusorium beherbergenden Wassertropfen stets verschiedene Körper, wie Conferven, Bacillarien, kleine Stücke von Wasserpflanzen, feine Sandkörner u. dgl., welche häufig vermöge ihrer verhältnissmässig beträchtlichen Stärke das Deckgläschen stützen und dadurch dasselbe verhindern, bei Verdunstung des Wassers auf die der Untersuchung unterworfenen Infusorien einen Druck auszuüben. Ausserdem hängt das Gelingen des Experimentes auch noch von der grösseren oder geringeren Schnelligkeit ab, mit der das Wasser verdunstet, indem der Versuch misslingt, je nachdem das Thier zu schnell oder zu langsam zusammengedrückt worden ist.

Einige chemische Reagentien üben auf die mit Trichocysten versehenen Infusorien einen ähnlichen Einfluss aus, wie der Druck, d. h. sie zwingen dasselbe, die Trichocystenfäden zu entleeren, sei es dass die Fäden dabei gänzlich heraustreten, sei es dass sie mit einem Ende noch in der Oberhaut stecken bleiben. Die Reagentien haben vor der vorerwähnten Methode den Vorzug, dass ihre Wirkung alsbald zur Geltung kommt und dass dieselbe weniger abhängig ist von besonderen schwer zu vermeidenden Nebenumständen; andererseits haben sie aber den Nachtheil, dass sie die Cilien angreifen, wodurch Anlass zu Zweifeln und Irrthümern gegeben wird, und dass es sehr mühsam ist, eine Lösung von entsprechender Concentration durch Probiren ausfindig zu machen. Dieselbe Wirkung kann übrigens vermittelst verschiedener Reagentien erreicht werden. So gelang es mir, die Infusorien dadurch zur Entleerung der Trichocysten zu nöthigen, dass ich zu dem dasselbe beherbergenden Wassertropfen etwas von 1procentiger Essigsäure oder sehr verdünnter Chromsäure hinzufügte. Kölliker wandte mit demselben Erfolge bei Paramecium bursaria mässig verdünnte Chromsäure an [1]) und Essigsäure von 1 bis selbst 5 Procent; 1procentige Schwefelsäure dagegen und 1 bis $^1/_6$procentige Lösung von Sublimat bei Paramecium aurelia.

1) Kölliker: Icones histiologicae. Pg. 12, Taf. I, Fig. 9, 10.

Du Plessis endlich führt in seiner interessanten Abhandlung verschiedene in gleicher Weise wirkende Substanzen an, wie z. B. Schwefelsäure, Citronsäure, Sublimat, Gerbsäure, Gallussäure, doppeltkohlensaure und zweifach weinsaure Alkalien und alkalische Erden [1]).

Die Uebelstände der beiden vorerwähnten Methoden werden vollständig vermieden bei der Anwendung von inducirten elektrischen Strömen, die ausserdem auch noch den Vortheil haben, dass sie den ganzen Vorgang der Entleerung der Trichocysten vollständig zu beherrschen gestatten. Bei meinen damit angestellten Versuchen bediente ich mich eines Du Bois-Reymond'schen Schlittenapparates und als Elektroden dienten mir zwei auf einer ebenen Glastafel aufgeklebte Plättchen von Blattgold in der von Kühne angegebenen Form, nur war ein wenig mehr Raum zwischen denselben gelassen, um ein grösseres Beobachtungsfeld zu gewinnen. Bisher musste ich meine damit angestellten Beobachtungen auf eine einzige Art beschränken, nämlich auf Paramecium aurelia, welches den Inductionsströmen ausgesetzt sich folgendermassen verhielt:

Wenn ich bei einem Abstande der sekundären Rolle von der primären von 4 bis 5 Centimetern den eben geschlossenen Strom sofort wieder unterbrach, so contrahirte sich das Thier mit einem Male sehr stark, obschon es aus eigenem Antriebe sich niemals so zusammenzieht, und entleerte aus allen Trichocysten sehr lange Fäden, die in verschiedener Richtung durch einander geschoben um das Infusorium herum eine filzartige Kapsel bildeten, ähnlich wie das die Larve umgebende Gespinnst einer Seidenraupe. Nach der Unterbrechung des Stromes blieb das Thier noch eine Zeit lang unbeweglich liegen, bald nahm es jedoch seine natürliche Gestalt wieder an und schwamm allmählig aus dem es umgebenden Gespinnste heraus. In dem Baue des Thieres erfolgte dabei keine Störung, die unveränderten Cilien behielten ihre Stellung, nur die Trichocysten waren spurlos verschwunden; das Paramecium war also zu einem wehrlosen Individuum geworden, wie man sie zuweilen auch natürlich vorkommend vorfindet [2]).

---

1) Du Plessis: De l'action des substances médicamenteuses sur les Infusoires. Lausanne 1863. Pg. 12, 15, 30; Fig. 1.

2) Ausser bei Paramecium aurelia habe ich einen solchen Mangel von Trichocysten auch bei Loxophyllum meleagris Dujardin beobachtet. Alle aus der Gegend von Warschau stammenden Exemplare der Art, die ich zu unter-

Schwächere Ströme zeigten übrigens eine andere Wirkung. Wenn ich nämlich die secundäre Spirale bis auf 7 Centimeter Abstand entfernte und den eingeleiteten Strom möglichst schnell wieder unterbrach, so entleerte sich blos ein Theil der Trichocysten, während die übrigen unverändert blieben; wurde alsdann der Strom abermals durchgeleitet, sei es in derselben Intensität, aber während eines ein wenig längeren Zeitintervalles, oder gleichfalls nur momentan, aber in diesem Falle mit etwas vermehrter Intensität, so wurden die Thiere, welche vordem sich vollkommen wieder erholt hatten, dadurch genöthigt, auch noch die ihnen verbliebenen vollen Trichocysten zu entleeren. Zuweilen gelang es, den Vorgang so zu regeln, dass bei der zweiten Reizung die Infusorien noch einen kleinen Rest von Trichocysten übrig behielten, welche erst bei der dritten Reizung sämmtlich ihren Inhalt entleerten. Bei denjenigen Thieren, welche nur ganz kurze Zeit hindurch sehr schwachen Strömen ausgesetzt waren, die eine Entleerung der Trichocysten zu bewirken nicht ausreichten, erfolgte dieselbe verhältnissmässig nur langsam, so z. B. bei Paramecium aurelia bei einer gegenseitigen Entfernung beider Spiralen von 8 Centimeter, wenn der Strom nur für einen Moment geschlossen wurde. Wenn ein auf diese Weise gereiztes Thier ausgeruht hatte, d. h. wenn es zu seinen natürlichen Gewohnheiten zurückgekehrt war und nun ein etwas stärkerer Strom durchgeleitet wurde, d. h. bei etwa 7 Centimeter Rollenabstand, so wurde nur eine geringe Anzahl von Trichocystenfäden ausgestossen; ausserdem blieb eine bedeutende Anzahl derselben in der Haut stecken, in Folge dessen das Thier wie mit steifen Borsten besetzt erschien, welche über die ganz unveränderten Cilien weit hervorragten. Fixirte man in derartigen Fällen aufmerksam einzelne Trichocysten, so bemerkte man zuweilen, wie aus einer oder der anderen ein Faden wie eine

---

suchen die Gelegenheit hatte, entbehrten der Trichocysten in den Ausbuchtungen des Rückens (Fig. 28), während die bei dem Städtchen Grójec vorkommenden und im Uebrigen durch Nichts von den Warschauern unterschiedenen in jeder Ausbuchtung mehrere zu Bündeln vereinigte Trichocysten enthielten (Fig. 29). Der mögliche und natürlich vorkommende Mangel von Trichocysten, und dazu noch bei allen Exemplaren aus einer bestimmten Gegend, lehrt augenscheinlich, dass man sehr vorsichtig sein muss. wenn man dieselben als Unterscheidungsmerkmal von verschiedenen Gattungen benutzen will, wie dies z. B. von Stein geschehen ist, der übrigens die Gefahr kennend die möglicher Weise daraus resultirenden Fehler vermieden hat.

Rakete hervorschoss, so dass mithin auch nicht der geringste Zweifel mehr übrig blieb in Hinsicht auf den Entstehungsort jener Fäden, sowohl derer, die wie Borsten in der Haut stecken bleiben, als auch der völlig ausgestossenen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel III und IV.

Bei allen Figuren sind die analogen Theile immer mit den gleichen Buchstaben versehen worden; es bezeichnet somit

o den Mund,
oe den Schlund,
a den After,
v den contractilen Behälter,
v' den sich bildenden Behälter,
vs die Canäle,
s die Flüssigkeitstropfen, aus denen der Behälter sich bildet,
n den Nucleus,
n' den Nucleolus,
ex den Koth.

Fig. 1—8. Trachelophyllum apiculatum, Claparède-Lachmann. 480 mal vergr.

Fig. 1. Ein im ausgestreckten Zustande dargestelltes Thier. Oberhalb des Behälters ein Kothballen (ex).

Fig. 2. Der Hinterkörper desselben Thieres; der sich herabschiebende Kothballen bewirkt eine Einwärtsbiegung der Wand des Behälters, welcher ausserdem noch aus seiner normalen Lage herausgerückt ist.

Fig. 3. Dasselbe; der Koth ist bis zum After gelangt, durch welchen er nach Aussen tritt; der wieder rund gewordene Behälter ist bedeutend nach aufwärts verschoben.

Fig. 4. Der Behälter v eines anderen Exemplares, dargestellt im Beginn der Contraction. Derselbe ist an seiner Peripherie von kleinen Tröpfchen umgeben.

Fig. 5. Ein anderes Thier, dessen Behälter verschwunden ist; an seiner Stelle sind drei grössere Flüssigkeitstropfen (s) zurückgeblieben.

Fig. 6. Der Hinterkörper desselben Thieres; von den drei übrig gebliebenen Tropfen haben sich zwei zu einem grösseren länglichen Tropfen vereinigt, so dass mithin nur zwei Tropfen zurückbleiben.

Fig. 7. Dasselbe; die beiden letzteren Tropfen haben sich zu einer einzigen unregelmässig ausgebuchteten Vacuole vereinigt, welche demnächst sich abrundet und somit einen neuen Behälter darstellt.

Fig. 8. Ein stark contrahirtes Thier, bei welchem nach vollendeter Zusammenziehung des Behälters 5 Tropfen übrig geblieben sind.

Fig. 8'. Der Hinterkörper desselben; die 5 Tropfen haben sich zu einer unregelmässig gestalteten Vacuole vereinigt, welche darauf eine abgerundete Form annimmt und alsdann einen neuen Behälter repräsentirt.

Fig. 9–16. Enchelyodon farctus, Claparède-Lachmann.

Fig. 9. Ein Thier in nüchternem Zustande; der Behälter dilatirt und in normaler Lage. Vergr. 320.

Fig. 10. Ein mit Nahrungstheilen erfülltes Thier; der Behälter wird durch einen Kothballen von Oben her eingebogen. Vergr. 320.

Fig. 11. Der Hinterkörper desselben Thieres. Der bis zum After herabgeschobene Kothballen hat den zusammengedrückten Behälter seitwärts aus seiner normalen Lage verschoben. Vergr. 320.

Fig. 12. Der Hinterkörper eines anderen Thieres; der Behälter hat eben begonnen, sich zu contrahiren und ist von Flüssigkeitstropfen umgeben. Vergr. 600.

Fig. 13. Dasselbe; der Behälter in einem weiteren Stadium seiner Contraction.

Fig. 14. Dasselbe; der Behälter ist verschwunden und an seiner Stelle sind zwei Vacuolen übrig geblieben.

Fig. 15. Dasselbe; die beiden Vacuolen haben sich vereinigt und einen neuen Behälter gebildet, welcher anfangs noch unregelmässige Begrenzung zeigt.

Fig. 16. Ein mit Essigsäure behandeltes Thier; die Cuticula bildet um dasselbe eine sackartige Umhüllung. Vergr. 600.

Fig. 17—20. Chilodon cucullulus, Ehr., Stein, Claparède-Lachmann.

Fig. 17. Ein von der Rückenfläche aus dargestelltes Thier; an der Afteröffnung am hinteren Körperrande eine mit leeren Bacillarienpanzern erfüllte Vacuole. Vergr. 480.

Fig. 18. Dasselbe; der After weit geöffnet; daneben eine leere Vacuole, welche nach Entleerung des Kothes mit nach Aussen getreten ist. Vergr. 480.

Fig. 19. Ein Kern mit dem äusseren, aber ohne den inneren Kernkörper. Vergr. 600.

Fig. 20. Ein mit dem äusseren und inneren Kernkörper versehener Kern. Vergr. 600.

Fig. 21. Climacostomum virens, Stein. Vergr. 320.

Fig. 22. Ein mit 1procentiger Essigsäure behandelter Kern des letzteren. Vergr. 600.

Fig. 23—27. Uroleptus piscis, Ehr., Stein. Vergr. 320.

Fig. 23. Ein Thier mit dilatirtem Behälter.

Fig. 24. Ein Thier mit langem schmalem Canal, der zurückgeblieben ist nach der Contraction des Behälters.

Fig. 25. Ein Thier, dessen Canal sich bedeutend verkürzt und verbreitert hat.

Fig. 26. Ein Thier mit noch mehr verkürztem Canal; der letztere zeigt an der Stelle, wo der Behälter liegt, eine Erweiterung.

Fig. 27. Ein mit 1procentigar Essigsäure behandelter Kern. Vergr. 600.

Fig. 28—30. Loxophyllum meleagris, Dujardin, Stein, Claparède - Lachmann.

Fig. 28. Ein in Warschau gefundenes Thier ohne Trichocysten in den Ausbuchtungen des Rückens. Vergr. 320.

Fig. 29. Ein in Grojec gefundenes Exemplar; jede Ausbuchtung am Rücken ist mit einem Bündel Trichocysten versehen. Die Seitentheile des Körpers mit fadenförmigen Trichocysten. Vergr. 320.

Fig. 30. Der mit 1procentiger Essigsäure, mit Jodtinctur und mit Karminlösung behandelte Kern des letzteren Thieres. Vergr. 600.

Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Entwicklungsgeschichte der Capillargefässe des Frosches.

Von

Alexander Golubew
aus St. Petersburg.

Hierzu Tafel V.

Ich wollte die Wirkung von Inductionsschlägen auf das noch im Inneren der Capillargefässe befindliche Froschblut untersuchen. Dabei erhielt ich, was die Veränderung der Blutkörperchen betrifft, Resultate, welche von denen, die man erhält (Wiener Sitzgs.-Berichte Bd. 57, Aprilheft 1868), wenn man aus den Gefässen abgelassenes und defibrinirtes Blut untersucht, nicht in besonderer Weise abweichen.

Bekanntlich rufen aber elektrische Schläge auch in den Wandungen der Capillargefässe selbst sehr merkwürdige Veränderungen hervor [1]). — Die letzteren fesselten bald meine ganze Aufmerksamkeit ausschliesslich und ich sah mich in Folge meiner Beobachtungen auch sehr bald auf ein genaueres Studium der möglichst frischen Capillarwand angewiesen.

Da ich dabei einige bis jetzt noch nicht zureichend erörterte Eigenthümlichkeiten des Baues der Capillargefässe bemerkt habe, will ich sowohl diese, als auch die Resultate der elektrischen Reizung in der vorliegenden Abhandlung auseinander setzen.

Die meisten meiner Beobachtungen und Versuche wurden an der Nickhaut des Frosches angestellt. — Vergleichungsweise wurden aber auch die Mundschleimhaut, die Schwimmhaut, einige dünne

1) **Stricker**, Sitzgs.-Berichte der Wiener Akademie B. 52, p. 380—381.

Muskeln (z. B. Brustmuskeln) und solche Parthien der Haut, wo dieselbe ziemlich durchsichtig ist, wie z. B. an der inneren Seite des Kniegelenkes, besonders bei jüngeren Fröschen, als Untersuchungsobjecte benutzt und die Ueberzeugung gewonnen, dass die Capillargefässe an den angeführten Orten in ihrem Bau und in ihrem Verhalten gegen äussere Einwirkungen keinen wesentlichen Unterschied zeigen.

I. Aussehen der frischen Capillarwand.

Beobachtet man unter dem Mikroskop ein Capillargefäss der Nickhaut im ganz frischen Zustande, so bemerkt man zunächst nichts Anderes, als dass das Lumen im optischen Längsschnitte beiderseits durch je einen ziemlich stark glänzenden, sehr scharf hervortretenden Saum begrenzt ist (Fig. 1 A). Diese Säume sind aber nicht überall gleich dick, sondern zeigen ziemlich regelmässig auf einander folgende Verdickungen (Fig. 1 A d u. d'), welche allmählig und unmerklich in die dünnen Stellen der Säume (Fig. 1 A e) übergehen. Darnach kann man sich jeden solchen Saum als eine Reihe in die Länge gezogener spindelförmiger Bäuche vorstellen, die mittelst ihrer sehr verdünnten Enden mit einander verbunden sind, ohne dass man aber zwischen je zwei aufeinander folgenden in Wirklichkeit irgend eine Trennungslinie wahrnehmen könnte.

Die bauchigen Verdickungen unterscheiden sich von den zwischen ihnen liegenden dünneren Stellen, was die optischen Eigenschaften der Substanz des Saumes an jenen Stellen anbetrifft, durchaus nicht. — Der ganze Saum ist, wie gesagt, gleichmässig stark lichtbrechend und glänzend. — Die Zahl jener Verdickungen ist in dem Wandsaume verschiedener Capillargefässe verschieden; in der Regel ist in Gefässen von geringerem Durchmesser die Zahl der Verdickungen eine geringere. Die Mitte eines solchen Bauches finde ich 0,003 bis 0,0045 Mm. dick.

Das eben beschriebene Bild des optischen Längsschnittes kommt bei den meisten kleineren Capillaren vor. An diese schliessen sich aber grössere Capillargefässe an, welche stellenweise neben dem eigentlichen Wandsaume noch andere Gebilde von spindelförmiger Gestalt wahrnehmen lassen (Fig. 2 b, Fig. 1 c).

Die Letzteren erscheinen den Bäuchen des Wandsaumes sehr ähnlich, sie schliessen sich aber den Zwischenräumen zwischen den spindelförmigen Verdickungen des Wandsaumes an und liegen nicht

in derselben Ebene, denn man sieht bei bestimmter Einstellung des Mikroskopes, wenn gerade der Wandsaum sehr scharf hervortritt, jene Spindelformen weniger scharf begrenzt.

Durch die eben angeführten Bilder wurde ich veranlasst, die Möglichkeit in Erwägung zu ziehen, dass man in jenen Bäuchen und Spindeln, die ich nunmehr unter die gemeinsame Bezeichnung der Spindelelemente zusammenfassen will, etwa diejenigen Gebilde im frischen Zustande angedeutet vor sich habe, welche nach eingreifenderen Methoden z. B. durch Injection von Silberlösung dargestellt, als die Zusammensetzungsstücke der Capillar-Gefässwand beschrieben wurden. Für diesen Bau der Gefässwand erlaube ich mir vorläufig zur Erläuterung der später vorzubringenden Thatsachen an das einfache Schema Fig. 8 zu erinnern. Stellt man sich die Gefässwand einmal nach jenem Schema zusammengesetzt vor, d. h. aus Spindelzellen, welche abgeplattet sind und eine verlängert rautenförmige Gestalt besitzen, die ferner in der Mitte am dicksten sein mögen und gegen den Rand hin sich allmählig verdünnen sollen, so muss man in der That einen optischen Längsschnitt der Gefässe (z. B. in der Richtung g—g Fig. 8) erwarten, wie wir ihn früher beobachtet haben. Neben dem eigentlichen Wandsaume würden aber auch die verdickten centralen Theile der Elemente b' stellenweise zur Beobachtung kommen, jedoch mit weniger deutlichen Umrissen, da dieselben ja in einer anderen Ebene liegen müssten.

Nachdem ich aber die früher angeführten Beobachtungen über den Wandsaum der Gefässe gemacht und mit dem eben berührten Schema verglichen hatte, lag nichts näher, als zu untersuchen, ob man denn nicht auch an der Mantelfläche der Gefässe auch ohne Versilberung die Grenzen der supponirten Zusammensetzungsstücke der Gefässwand so weit zur Anschauung bringen könne, um darauf eine bessere Kritik der merkwürdigen Resultate der Silberinjection selbst zu begründen.

In der Bearbeitung dieser Aufgabe begriffen, sah ich mich erst bei der Untersuchung der Veränderungen, welche die Gefässwand beim längeren Liegen des Präparates unter dem Deckglase oder nach der Behandlung mit elektrischen Schlägen erleidet, zu einigen wenngleich nur theilweise befriedigenden Resultaten geführt.

Ich machte aber bei Gelegenheit dieser oft wiederholten Versuche auch noch weitere Beobachtungen über den Wandsaum der Capillarröhren selbst, so wie über Spindelelemente, welche der

Gefässwand von Aussen aufgelagert erscheinen und will, damit man von vornherein darauf Acht habe, diese Beobachtungen noch früher hier mittheilen.

Man findet nicht überall den Wandsaum der Capillargefässe einfach so, wie es oben beschrieben wurde. Man findet vielmehr in dem Wandsaume selbst Stellen (Fig. 1 A b), wo man einen der erwähnten Bäuche wie durch eine Theilungslinie in zwei Hälften zerlegt sieht. In einem solchen Falle bemerkt man, dass beide Theilstücke etwas kleiner sind, als die anderen in dem Wandsaume desselben Gefässes befindlichen Verdickungen. Gewöhnlich liegt dabei ein äusseres Theilstück (b) mit seinem an der Theilungslinie befindlichen Ende neben einem inneren (a) und erscheint dann an jener Stelle, wo die Theilstücke über einander greifen, der Wandsaum des Capillargefässes wie verdoppelt, während die entgegengesetzten Enden der Theilstücke für sich einen Theil des einfachen Wandsaumes ausmachen. An solchen Stellen des Wandsaumes sind also zwei Theilstücke einer Verdickung dachziegelartig über einander geschoben.

Man findet ferner auch solche Stellen an den Capillargefässen, wo zwei Spindeln, ihrer ganzen Länge nach neben einander liegend, bei der Einstellung auf den Wandsaum zum Unterschiede von dem früher angeführten Bild, wo man in verschiedenen Ebenen liegende Spindeln neben einander sah, gleich deutlich und scharf begrenzt erscheinen (Fig. 9 a b), gleichsam als weiteres Entwicklungsstadium eines der früher angeführten getheilten Bäuche des Wandsaumes. Endlich findet man auch solche Gefässe, wo die äusseren Spindeln entweder schräg, oder quer gegen die der Längenaxe des Gefässes folgenden spindelförmigen Verdickungen des Wandsaumes gelagert sind, so dass bei einer bestimmten Einstellung des Mikroskopes nur Querschnitte oder Schrägschnitte derselben gleichzeitig mit dem Wandsaume deutlich gesehen werden (Fig. 10 b). Diese letzteren Gefässe bilden den Uebergang zu grösseren Gefässen. Betrachtet man ein solches Gefäss seiner ganzen Länge nach, so bemerkt man, dass in dem näher zu den einfachen Capillarröhren liegenden Theile des Uebergangsgefässes die querliegenden Spindeln noch selten und zerstreut sind, während in dem gegen die grösseren Gefässe hin gerichteten Theile diese Elemente zahlreicher werden und näher neben einander liegen.

Dass stellenweise solche schief oder quer gelagerte Spindeln bis weit an die Capillaren herabreichen, glaube ich als besonders

wichtig hervorheben zu müssen. Man hat besonders an den Theilungswinkeln der Capillaren oft Gelegenheit sich davon zu überzeugen.

II. Veränderungen, welche im Ansehen der Gefässwand beim längeren Liegen des Präparates unter dem Deckgläschen auftreten.

In welchem Sinne uns diese Veränderungen zunächst besonders interessiren werden, habe ich schon früher angeführt.

Im frischen Zustande können wir, wie gesagt, an den früher beschriebenen Bäuchen des Wandsaumes und auch an den äusseren Spindeln ein ziemlich gleichmässig lichtbrechendes und glänzendes Ansehen beobachten und von einem Kerne ist dann in ihnen keine Spur zu sehen. Ein solches Bild erleidet aber sehr regelmässig eine ganz bestimmte Veränderung, wenn das Präparat mit dem Deckgläschen bedeckt längere Zeit sich selbst überlassen unter dem Mikroskope liegt. — Man sieht dann, dass die Substanz der Spindelelemente ihr gleichmässiges Ansehen verliert. Sie wird feinkörnig, die auftretenden Körnchen erscheinen glänzend und durch blasse Zwischenräume von einander getrennt. Die blassen Zwischenräume erscheinen in dem mittleren breiten Theile jedes Spindelelementes besonders gross; dort erscheint der Dessin des Ganzen bald etwas anders als in der Umgebung und jetzt macht der centrale blassere Theil, welcher aber von den etwas dunkleren peripherischen Theilen durchaus nicht scharf abgegrenzt erscheint, den Eindruck eines kernartigen Gebildes, c Fig. 2 u. 3. (a u. b in den Figuren deuten die Lagerung der Elemente, wie sie durch dieselben Zeichen in Fig. 1 dargestellt ist, an.)

Diese letztere Veränderung ist nun namentlich gut zu sehen, wenn man jetzt, statt auf den Wandsaum, auf die Mantelfläche des Gefässes einzustellen sucht.

Wenn einmal die besprochenen Veränderungen in der Gefässwand eingetreten sind, lassen sich in der letzteren aber nur stellenweise, besonders dort, wo das Gefäss keine Blutkörperchen, sondern nur Blutplasma enthält, auch wenn man im frischen Zustande daselbst nichts dergleichen sah, vereinzelt neben einander liegende, verlängert rautenförmige Elemente (Fig. 3 c), erkennen, welche durch schmale Zwischenräume von einander getrennt sind. Solche Felder fand ich 0,02—0,0046 Mm. lang und 0,007—0,008 Mm. breit. Seitlich erscheinen die Gefässe dagegen, wenn einmal die angeführten

Veränderungen eingetreten sind, etwas weniger deutlich begrenzt als früher.

Betrachtet man die Spindelelemente im Wandsaume, so bemerkt man, dass sich dieselben etwas verdickten und das Lumen des Gefässes dadurch etwas verengert erscheint. Man wird sich von dem Auftreten dieser Veränderungen leicht überzeugen und sie verdienen, wie wir sehen werden, in Bezug auf den Bau der Capillarwand unsere volle Beachtung.

Fragt man sich nach den Gründen, welche den Eintritt der beschriebenen Veränderungen bedingen, so wäre erstens an das Austrocknen des Präparates zu denken. Giebt man zu dem letzteren Veranlassung, so vollziehen sich während desselben in der That alle beschriebenen Veränderungen; allein es ist das nur eine der Bedingungen, unter welchen man jene Veränderungen eben auch beobachten kann. Sie treten aber ebenso an solchen Präparaten ein, welche mit Blutserum oder humor aqueus reichlich befeuchtet und in einer feuchten Kammer erhalten werden. Es muss also das Einsperren des Präparates zwischen Objectträger und Deckgläschen selbst näher in Betracht gezogen werden. In Bezug darauf will ich vor Allem auf die Analogie hinweisen, welche in dieser Hinsicht zwischen den Spindelelementen der Capillargefässwand und den von v. Recklinghausen zuerst beschriebenen Spindelzellen des Froschblutes existirt.

Die letzteren werden, wie ich schon an einem anderen Orte angeführt habe, nachdem ein wohlbedecktes Blutpräparat einige Zeit (ungefähr 1 Stunde) unter dem Mikroskope gelegen hat, kürzer und dicker, bis sie sich zuletzt in Kugeln mit körnigem Ansehen verwandeln [1]).

Im letzteren Falle ist der Zusammenhang zwischen dem Eintreten der Veränderung und dem Absperren des Präparates zwischen Objectträger und Deckgläschen evident, weil die Spindelzellen in abgelassenem Blute, welches in dünner Schichte in einem Uhrschälchen aufbewahrt wird, tagelang ihre Form erhalten.

Aller Wahrscheinlichkeit nach sind nun die beobachteten Veränderungen sowohl an jenen Spindelzellen als auch an den erwähnten Elementen der Capillargefässwand durch den vom Deckgläschen be-

---

1) Wiener Sitzungsberichte l. c.

wirkten intensiveren Luftabschluss und dadurch gehinderten Austausch der Gase (Anhäufung von CO_2) bedingt.

Ich muss schliesslich noch bemerken, dass man manchmal auch schon unmittelbar nach der Anfertigung der Präparate Capillargefässe in denselben findet (mit den kleinsten Capillaren ist das nicht selten der Fall), deren Wand nicht mehr das wenn überhaupt, so immer nur an ganz frischen Präparaten zu beobachtende homogene Ansehen zeigt, sondern schon diejenigen Erscheinungen darbietet, welche wir in vielen anderen Fällen aus jenem anfänglich homogenen Zustande erst unter unseren Augen sich entwickeln sehen. — Vielleicht ist hierfür noch der mechanische Eingriff bei der Präparation in Betracht zu ziehen.

III. Veränderungen, welche Inductionsschläge in der Capillarwand hervorrufen.

Die bisher verzeichneten Thatsachen gewinnen noch mehr an Interesse, wenn wir nunmehr die Veränderungen damit zusammenstellen, welche elektrische Schläge an den Capillaren hervorbringen.

Es sei nur vorerst noch gestattet, einige Worte über die Untersuchungsmethode vorzubringen. Erstens habe ich bei den meisten Reizversuchen nicht mit der Tauchlinse gearbeitet, sondern nur, wo es mir nothwendig schien, meine Beobachtungen im gegebenen Falle damit controlirt. Man braucht, um die Tauchlinse einzustellen und dann die zur Beobachtung geeignete Stelle des Präparates aufzusuchen, caeteris paribus immer mehr Zeit, als wenn man mit einem gewöhnlichen Objectiv arbeitet. Für mich war es aber besonders wichtig, rasch zu operiren, weil ich es für die Versuche mit den Inductionsschlägen nützlich fand, den Zusatz irgend welcher Flüssigkeit zum Zwecke der Befeuchtung des Präparates gänzlich zu vermeiden. Nur die obere, dem Deckgläschen zugewendete Fläche desselben konnte ich ohne Nachtheil spärlich mit Serum oder humor aqueus benetzen. Immer ist man genöthigt, möglichst rasch die Versuche auszuführen.

Ich lege auf die Einhaltung der angegebenen Regeln einiges Gewicht deswegen, weil man sich bei Befolgung derselben am leichtesten die Ueberzeugung von der Richtigkeit der vorzubringenden Thatsachen verschaffen wird.

Die Veränderung, welche Inductionsschläge in der Gefässwand hervorbringen, besteht, wie ich hier vorweg kurz anführen will,

gleichsam in einer rasch eintretenden und viel auffallender ausgeprägten ähnlichen Veränderung der Spindelelemente, wie diejenige ist, welche wir beim längeren Liegen freiwillig sich ausbilden sahen. Sie hervorzurufen, ist schon eine Reihe von schwächeren Inductionsschlägen im Stande, ich ziehe aber vor, einzelne Inductionsschläge von mittlerer Stärke anzuwenden, weil man damit die Erscheinungen viel leichter beherrschen und die Veränderung in den Gefässen durch die Reizung mit einem Male eintreten lassen kann.

Vergleichende Prüfungen zeigten mir, dass Schläge, die vom N. ischiadicus des Frosches schon im Stande sind, Zuckungen der Muskel auszulösen, noch keine merkliche Veränderung in den Spindelelementen der Gefässe verursachen. Geht man von hier aus durch Aufschieben der secundären Spirale zu grösseren Stromstärken über, so findet man bald solche, wo ein einziger Oeffnungsschlag die Veränderungen hervorruft.

Der angewendete Reizapparat war ein grösserer du Bois'scher Inductions-Apparat, primäre Spirale 160 W., secundäre Spirale 6245 W. mit einem Chromsäure-Kohle-Element als Elektromotor. In der primären Spirale befand sich der Eisenkern. War der Zwischenraum zwischen den Stanniol-Electroden des Objectträgers = 2 Mm., und über die Electroden das frisch ausgeschnittene Gewebe gebrückt, so erhielt ich dann in der Regel bei halb aufgeschobener secundärer Spirale die nothwendige Stärke des Reizes.

Unmittelbar nach einem solchen Schlage sah ich dann die Spindelelemente der Capillarwand namentlich in ihrer Mitte rasch dicker werden. Dieses Dickerwerden ist die Ursache, dass sich das Lumen des Gefässes mehr oder minder bedeutend verengert. In den kleinsten Capillaren kann die Verengerung bis zum gänzlichen Verschwinden des Lumens führen. Vergleicht man den Zwischenraum zwischen den äusseren Contouren von zwei einander gegenüberliegenden Spindelelementen (Fig. 1 A d—d') vor und nach der Reizung (Fig. 1 B d —d'), so bemerkt man, dass dieser Zwischenraum (also der Durchmesser des Gefässes, die Dicke seiner Wandung zugerechnet) nur wenig verändert wird und überzeugt sich bald, dass die Verengerung des Gefässlumens wesentlich von der Verdickung der Spindelbäuche in der Richtung gegen die Gefässaxe abhängig ist. Je mehr solcher Elemente an einer Stelle des Gefässes angehäuft sind, desto stärker wird an dieser Stelle das Lumen des Gefässes nach der Reizung verengert.

Es wird so begreiflich, dass die Theilungswinkel der Capillaren immer am stärksten verengert werden, da eben diese Stellen besonders reich an verschiedenartig gelagerten Spindelelementen sind.

Nicht nur die Grenzen, auch das innere Aussehen der Spindelelemente erleidet durch die Reizung Veränderungen. Ihre Substanz verliert das frühere gleichmässige Ansehen. Man unterscheidet jetzt deutlich zweierlei verschiedene Theile: einen blassen Fleck, der den grössten centralen Theil des Elementes ausmacht (Fig. 4a) und eine glänzende stark lichtbrechende Substanz, welche theilweise als eine mehr oder minder dicke Schicht den centralen blassen Fleck umgiebt, theilweise im Innern des Letzteren in Form von Körnchen von verschiedener Grösse zerstreut erscheint (Fig. 4b). Man bekommt jetzt von dem centralen blassen Theil, welcher durch die erwähnte Schicht der glänzenden Substanz von der hyalinen Umgebung des ganzen Gebildes (Fig. 4c) sehr scharf abgetrennt ist, den Eindruck eines Kernes. Es sind jetzt eben in der gereizten Wand des Gefässes diese Kerne an ihren Grenzen zu erkennen. In den Zwischenräumen der kernähnlichen Gebilde sieht man gewöhnlich keine anderen Contouren, nur einmal gelang es an einem Präparate der Nickhaut nach dem Elektrisiren feine dunkle Linien (Fig. 5d) zu sehen, welche man für Grenzen nebeneinander liegender und jene Kerne enthaltender Zellen hätte nehmen können. Ich habe dieses Bild, wie ich es eben unter dem Mikroskope sah, in Fig. 5 gezeichnet. Während also beim Elektrisiren die Formveränderung der in der Gefässwand ohne deutlich sichtbaren Grenzcontour aneinander stossenden Spindelelemente auftritt, findet zugleich eine eigenthümliche Umlagerung der Substanz derselben statt, welche dazu führt, dass die beschriebenen deutlich begrenzten Kerne erscheinen, und der ganze Vorgang führt dem Anscheine nach gleichsam zu einer Sonderung zweier verschieden lichtbrechender Substanzen.

Dass das Gebilde, welches in der gereizten Gefässwand als Kern erscheint, ein schon in der unveränderten Gefässwand vorhandenes und jetzt nur sichtbar gewordenes Gebilde sei, wird Niemand, welcher unsere Beschreibung gelesen und die Versuche selbst wiederholt haben wird, behaupten. Das Gebilde, welches wir erst nach der Reizung als Kern wahrnehmen, und welches durch die stark lichtbrechende Substanz, welche in demselben angesammelt ist, sich auszeichnet, ist ja von solchen Dimensionen, dass es schon darum in die noch unveränderte Gefässwand eingelagert gar nicht gedacht

werden kann. Der dicke Wulst, welchen wir vom Kern gebildet sehen, ist erst durch die elektrische Reizung entstanden. Und es hängt damit die sehr auffallende, von Stricker zuerst beobachtete Erscheinung der Verengerung des Gefässlumens auf Inductionsschläge zusammen, die, wie schon früher gesagt, auf die sich entwickelnde Prominenz jener Gebilde zurückzuführen ist.

Ich will nun noch Näheres über das Auftreten der eben angeführten Veränderungen angeben, und zugleich untersuchen was geschieht, wenn man das durch einmalige Reizung veränderte Präparat wieder sich selbst überlässt, da, wie frühere Versuche gleichfalls lehrten, die verengten Gefässe sich wieder erweitern können.

Der nach einer mittelstarken Reizung erscheinende Kern hat die Form eines verlängerten Ovales mit ein wenig zugespitzten Enden (Fig. 4). Zwischen den Kernen befinden sich blasse Zwischenräume (Fig. 4 c).

Untersucht man eine Stelle des Gefässes, wo keine Blutkörperchen vorhanden sind, so sieht man deutlich, dass die Aneinanderreihung der Kerne bei ihrem ersten Erscheinen einem Bilde entspricht, welches auf das in Fig. 8 abgebildete Schema ungezwungen zurückgeführt werden kann.

Ueberlässt man das Präparat nach der Reizung ruhig sich selbst, so bemerkt man nach einiger Zeit die folgenden Veränderungen der Kerne; die glänzende Substanz, welche den Saum des Kernes ausmacht, fängt an, sich wiederum mit der blassen Substanz zu mischen. In Folge davon verlieren die Kerne ihren scharfen Contour, die blassen Zwischenräume zwischen den einzelnen Kernen werden allmählig wieder kleiner, und so die durch das Elektrisiren hervorgerufenen Veränderungen allmählig wieder beinahe ausgeglichen. Die Gefässwand nimmt fast ihr früheres Ansehen wieder an, obwohl ihre Substanz die frühere Gleichmässigkeit nicht mehr bekommt. Gegen ihre Mitte bleiben die Verdickungen des Wandsaumes blasser und die dort übrigbleibenden Körnchen erinnern an den Kern. Während dieser Erholung werden die durch die Reizung verdickten Bäuche wiederum dünner, und in Folge ihrer Verdünnung wird das Lumen des Gefässes grösser, so dass früher eingeklemmte Blutkörperchen jetzt wiederum gelegentlich verschoben werden. Dadurch, dass die Substanz der Bäuche wieder mehr oder minder gleichmässig glänzend wird, bekommt der Wandsaum des Gefässes, welcher gleich nach dem Elektrisiren bis auf die Kerne sehr undeutlich geworden

ist (welches Undeutlichwerden auch von Stricker hervorgehoben wurde), wiederum ein Ansehen, welches dem Wandsaume des frischen Gefässes um Vieles ähnlicher ist. Reizt man jetzt wiederum, so prägen sich in den Spindelelementen wieder die früheren Veränderungen aus, wie sie nach der ersten Reizung auftraten.

Nach einer stärkeren Reizung bei einer grösseren Anzahl von Schlägen oder bei weiter aufgeschobener Secundär-Spirale, werden die erscheinenden Kerne noch kürzer und dicker, so dass sie eine ovale Form mit abgerundeten Enden annehmen (Fig. 6 a), und in diesem Zustande stimmen sie völlig mit den bekannten und gewöhnlich so dargestellten Kernen der Capillargefässe überein. Auch aus diesem Zustande kann eine Wiederherstellung sich vollziehen. Nach wiederholter starker Reizung werden die Kerne ganz kugelig, die blassen Zwischenräume zwischen den einzelnen Kernen werden dadurch noch grösser. — Jetzt erscheinen die Kerne in der Gefässwand als mehr oder minder regelmässig zerstreute blasse Kugeln, welche im Innern einige glänzende Körnchen von verschiedener Grösse enthalten, und von welchen jede durch einen glänzenden Saum von der glashellen Substanz getrennt ist, die den übrigen Theil der Gefässwandung ausmacht. Nicht alle in der Wand des Gefässes befindlichen Spindelelemente verändern sich gleichzeitig und gleichmässig; darum kann man nach einer starken Reizung an verschiedenen Spindelelementen alle oben beschriebenen Stadien der Veränderung zu gleicher Zeit beobachten. Ich habe die beschriebenen Vorgänge in den Fig. 5, 6 und 7 zu fixiren gesucht und verweise in Bezug darauf auf die Tafelerklärung.

Während die erwähnten Veränderungen an den Spindelelementen der Gefässwand eintreten, bleibt, was sehr bemerkenswerth ist die Länge des Gefässes selbst unverändert, wie sich ergiebt, wenn man eine zwischen zwei Theilungswinkeln befindliche Strecke vor und nach dem Elektrisiren abmisst. — Während also nach dem Elektrisiren der Kernwulst sich allmählig ausbildet, werden die anfänglich nur schmalen, blass und homogen aussehenden Zwischenräume zwischen den sichtbar werdenden Kernen immer breiter und der ganze Vorgang macht den Eindruck, als ob die Substanz der sichtbar werdenden Kerne in den einzelnen spindelförmigen Territorien sich anfangs bis an die Grenzen der letzteren selbst ausbreiten würde. Dann aber zieht sie sich immer mehr unter gleichzeitiger Zunahme des Dickendurchmessers des Wulstes aus den peripheri-

schen Theilen gegen das Centrum des Kernes hin zusammen, während eben in demselben Masse die Breite der zwischen den sich bildenden Kernwülsten übrig bleibenden blassen und glatt aussehenden Substanz wächst. Vergleiche die Tafelerklärung zur schematischen Fig. 8.

An den Spindelelementen der kleinsten Capillargefässe kann man alle eben beschriebenen Erscheinungen am besten beobachten; werden die Gefässe grösser und sind sie überdies stark mit Blutkörperchen angefüllt, so sind die Veränderungen weniger deutlich.

Die schief und quer liegenden äusseren Spindelelemente der Uebergangsgefässe (Fig. 10), auf welche früher aufmerksam gemacht wurde, zeigen nach dem Elektrisiren Veränderungen, die den eben beschriebenen ganz ähnlich sind. Der optische Querschnitt des quer liegenden Spindelelementes, welcher im frischen Zustande ein stark abgeplattetes, gleichmässig glänzendes Oval (Fig. 10 b) darstellt, wird nach dem Elektrisiren rund und vergrössert sich. Der mittlere Theil des Kreises erscheint blass, enthält im Centrum einen mehr oder minder grossen glänzenden Fleck (Fig. 11 a) und ist durch einen glänzenden Saum (Fig. 11 b) von der peripherischen glashellen Substanz abgegrenzt.

Ich muss schliesslich hier erwähnen, dass auch eine Reihe von Zusatzflüssigkeiten, und zwar Müller'sche Flüssigkeit, Wasser und verdünnte Essigsäure, die Spindelelemente in der Weise verändern, dass dieselben jene innere Umlagerung ihrer Substanz erleiden, welche zur Erscheinung der später sichtbaren Kerne führt; nur sind die Veränderungen, welche solche Zusatzflüssigkeiten hervorrufen, — bleibende und in den Einzelnheiten ihres Entstehens nicht so gut zu verfolgen.

Nach den angeführten Beobachtungen und Versuchen kann Folgendes mit Sicherheit festgestellt werden:

1. In der Wand der Capillargefässe lassen sich eigenthümliche Spindelelemente nachweisen.

2. Diese Elemente werden durch verschiedene äussere Einwirkungen, elektrische, chemische, vielleicht auch mechanische, zu Formveränderungen veranlasst, in deren Folge sie dicker werden; dabei wird das Lumen des Gefässes mehr oder minder verengert in den kleinsten Capillaren oft bis zum gänzlichen Verschwinden. Diese Formveränderung geht aber mit einer eigenthümlichen Trennung

und örtlichen Ansammlung nur eines bestimmten Theiles der Substanz der Spindelelemente einher.

3. Nach der elektrischen Reizung können diese Veränderungen, wenn sie eine gewisse Grenze nicht überschritten haben, nach einiger Zeit Ruhe, wiederum einigermassen ausgeglichen werden, so dass man die Veränderungen an demselben Elemente einige Male nach einander beobachten kann.

Ich will jetzt die Frage erörtern, ob wir Gründe haben, anzunehmen, dass die nach der Silberinjection auftretenden bekannten Linien die sichtbar gewordenen Grenzen zwischen jenen Spindelelementen sind, welche wir, soweit es unsere Hülfsmittel eben gestatteten, früher an der frischen Gefässwand zu verfolgen trachteten.

In dieser Beziehung möchte ich zuerst erwähnen, dass nach innen von dem Wandsaum des Gefässes, in welchem wir die früher beschriebenen Vorgänge beobachten konnten, eine weitere Schicht der Capillarwand sich nicht nachweisen lässt. Man sieht das am Besten, wenn man eine Stelle beobachtet, wo in einem engeren Gefässe neben einer Spindel ein rothes Blutkörperchen liegt. In dem Falle sieht man entweder zwischen beiden einen schmalen blassen Zwischenraum, welcher einer dünnen Schicht des Blutplasma's zuzuschreiben ist, weil man ganz eben solche blasse Zwischenräume zwischen einzelnen Blutkörperchen beobachten kann und zugleich wahrnimmt, dass die Zwischenräume zwischen den Körperchen und der Gefässwand einerseits und zwischen den Blutkörperchen selbst anderseits unmittelbar zusammenhängen, oder man beobachtet, wenn das Gefäss enger ist, eine unmittelbare Berührung des Blutkörperchens mit der Spindel.

Es ist weiter zu erwägen, dass in Bezug auf Form, Grösse und Lagerung unsere Spindelelemente mit den nach der Silberinjection zum Vorschein kommenden Feldern sehr nahe übereinstimmen. Man hat ferner auf die letzteren als Zellen einzeln die längst gesehenen Kerne der Capillargefässe bezogen, was auch wir mit den nach unseren Methoden sichtbar werdenden Kernen thun mussten.

Die Annahme, dass die Silberlinien wirklich den Zellengrenzen entsprechen, erschiene somit wesentlich durch unsere Beobachtungen an den frischen Capillaren unterstützt. Hat man indess möglichst frische Capillaren mit Silberlösung injicirt, so muss man gewöhnlich auf ein wesentliches Argument dieser Anschauung verzichten. Denn

in diesem Falle sind nur die Silberlinien und die dadurch abgegrenzten Felder in der That zu sehen, die Kerne der Capillaren dagegen wie bekannt und wie ich mich selbst vielfach überzeugte, in der Regel gar nicht zu beobachten. In dieser Beziehung ist es wichtig sich zu erinnern, dass wir früher gesehen, dass die Spindelelemente der Gefässe durch die verschiedenartigsten Einflüsse, darunter auch durch nicht indifferente Zusatzflüssigkeiten erst jene Veränderungen erleiden, welche zum Erscheinen der Kerne führen. Mit Rücksicht auf diese Beobachtung wäre nun zu untersuchen, ob die Silberlösung zum Unterschiede von anderen Zusatzflüssigkeiten, etwa so auf die Spindelelemente wirkt, dass eben die Kerne nicht sichtbar werden, oder ob, was auch denkbar wäre, die im Anfang der Silberwirkung erscheinenden Kerne durch weitere Wirkung des Silbersalzes, oder das nach der Silberinjection vorgenommene Auswaschen der Präparate etwa wieder unsichtbar werden.

Um dem Leser die aufgeworfenen Fragen nicht als müssige erscheinen zu lassen, muss ich hier einige Beobachtungen und Versuche einschalten, welche ich bei Gelegenheit der vorliegenden Untersuchung nicht an den Gefässen, aber am Epithelium der äusseren und an jenem der inneren Oberfläche der Nickhaut der Frösche gemacht habe.

Die oberste Schicht des äusseren Epitheliums besteht bekanntlich aus grossen Zellen, die im ganz frischen Zustande sehr deutliche Kerne zeigen. Die letzteren sind nun auch nach der Behandlung der Nickhaut mit Silberlösung ebenso deutlich zu sehen.

Die dem Auge zugewendete Epithelialschicht der Nickhaut besteht aus Zellen, in welchen ich im frischen Zustande von einem Kerne Nichts bemerken kann.

Erst wenn ich die Nickhaut mit Wasser, Müller'scher Flüssigkeit, verdünnter Essigsäure behandelte, oder, was noch besser war, wenn ich auf die Nickhaut in analoger Weise wie auf die Capillarwand Inductionsschläge einwirken liess, so sah ich in den Zellen dieses inneren Epitheliums Veränderungen eintreten, welche denen, die in den Spindelelementen der Gefässe unter ähnlichen Bedingungen auftraten, sehr analog sind und auch hier zum Erscheinen der Kerne führen.

Behandelte ich nun ganz frische Präparate der Nickhaut mit Silberlösung und streifte dann die innerste Epithelialschicht ab, um sei unter das Mikroskop zu bringen, so fand ich das bekannte Bild

der von den Silberlinien begrenzten Felder, die letzteren selbst mehr oder minder braun (jedenfalls viel schwächer als die begrenzenden Linien) gefärbt; sie zeigten aber, wie im frischen Zustande, — keine Kerne.

Bekanntlich erscheinen sehr viele Epithelien, namentlich die der serösen Häute nach der Silberbehandlung in kernlose Felder durch die Silberlinien abgetheilt, während bei anderer Behandlung des frischen Epithelium, z. B. mit Carmin, sehr schöne Kerne in denselben sichtbar werden.

Das innere Epithel der Nickhaut, dessen oberflächlichste Schichte wir bisher betrachteten, ist ein geschichtetes, so wie das äussere.

Die Zellen der tieferen Schichten des inneren Epithels, welche bei der Präparation nach der Versilberung gewöhnlich mit der obersten Schichte theilweise mit abgestreift werden, erscheinen von der Silberlösung nicht gefärbt, und in diesen allein findet man, wenn man das mit Silberlösung benetzte Präparat wie gewöhnlich zur Hervorrufung der Linien mit Wasser ausgewaschen hat, — Kerne, die in den Zellen der obersten Schichte, wie gesagt, nach dieser Behandlung nicht zu sehen sind.

Hat man dagegen die frische Nickhaut, vorerst mit starken Inductionsschlägen behandelt und sich überzeugt, dass dadurch in der oberflächlichen Lage des inneren Epithels die Kerne in den Zellen zum Vorschein kamen, und versilbert man jetzt, so zeigt die folgende Untersuchung dieser Epithelialschicht, dass die Zellen jetzt auch nach dem Versilbern helle Kerne zeigen.

Durch diese Versuche scheint mir für die betreffenden Epithelialgewebe bewiesen zu sein, dass solche Zellen, welche im frischen Zustande Kerne erkennen lassen, auch nach der Behandlung mit Silber dieselben zeigen; aber solche Zellen, welche im frischen Zustande keine Kerne erkennen lassen, auch nach der Behandlung mit Silber keine zeigen. Wenn man dagegen in den Zellen der letzteren Art die Kerne (durch Inductionsschläge z. B.) sichtbar macht, diese auch nach der Behandlung mit Silber erhalten bleiben. Die Silberlösung zerstörte weder schon von vorneherein sichtbare, noch durch Kunstgriffe (elektrische Reizung) zum Vorschein gekommene Kerne, sie verändert aber die Substanz der im frischen Zustande kernlos erscheinenden Zellen auf eine Weise, dass dabei, entgegengesetzt der Einwirkung der verschiedenen anderen oben erwähnten Agentien, keine Kerne sichtbar werden.

Bei der Analogie, welche zwischen den Gefässspindeln und den erwähnten Epithelzellen der Nickhaut in dem Punkte herrscht, dass sie im frischen Zustande keine Kerne erkennen lassen, aber die letzteren durch analoge Einwirkungen zum Erscheinen gebracht werden, wird es auch erlaubt sein, die Thatsachen, welche wir über die Silberwirkung an dem Epithelium beobachtet haben, für die Erklärung der an den Capillargefässen zu beobachtenden Erscheinungen der Silbereinwirkung zu benützen. Dann wird uns die regelmässige Abwesenheit der Gefässkerne nach der Silberinjection begreiflich und gerade sie spricht wieder dafür, dass die Silberlösung bei der Injection in unmittelbare Berührung mit den Spindelelementen kommt, und dass die letztern und Nichts anderes die Wand des Capillarrohres bilden. — Es wird sich der eigenthümliche Erfolg der Silberwirkung auf die frische Gefässwand übrigens auch noch directer prüfen lassen, und wir haben im Früheren genug Anhaltspunkte für diese Prüfung gefunden, nur konnte ich leider in dieser Richtung vorläufig nicht weiter arbeiten.

IV. Gefässentwicklung im Froschlarvenschwanze.

Da viele Beobachtungen, welche man namentlich an sich entwickelnden Capillargefässen machen kann, sich sehr schwer mit der Vorstellung, dass die Capillarwand aus nebeneinanderliegenden Zellen zusammengesetzt ist, — vereinigen lassen; da aber andererseits meine Beobachtungen und Versuche entschieden zu Gunsten der letzteren sprachen[1], so wurde ich dadurch veranlasst, mich zum Studium der Entwicklung der Gefässe zu wenden. Untersuchungen, die ich an Froschlarven anstellte, meistens an den Larven der R. temporaria, deren durchsichtiger Schwanz bekanntlich ein gutes Object für Untersuchungen solcher Art darbietet, haben mich zu Resultaten geführt, welche ich im Nachfolgenden mittheilen will.

---

1) Trotz der im Vorstehenden enthaltenen Thatsachen, welche die zuerst auf Grund der Silberwirkung erhaltenen Anschauungen über die Zusammensetzung der Capillarwand aus nebeneinanderliegenden Zellen wesentlich unterstützen, wird es vorläufig gut sein, die Bausteine des Capillarrohres, anstatt Epi- oder Endothelzellen einfach Gefässspindeln zu heissen, da dieser Ausdruck nur die richtige Vorstellung von der Form und dem Fundorte dieser Elemente involvirt und die Entstehung und die Bedeutung jener Elemente im Zusammenhange und Vergleich mit den anderen Elementartheilen des Thierkörpers erst noch sicher festgestellt werden muss.

Ich untersuchte Larven von den frühesten Stadien ihrer Entwicklung bis zum Auftreten der hinteren Extremitäten. Kleinere Larven brachte ich von Zeit zu Zeit im Ganzen unter das Mikroskop und untersuchte ein und dieselbe Stelle des Schwanzes, um die Entwicklung der Gefässe Schritt für Schritt verfolgen zu können.

Die Gefässe erscheinen im Dorsalsaume des Schwanzes früher als im Bauchsaume. Bekanntlich geht das Erscheinen sternförmiger Gewebezellen dem Auftreten der Gefässe immer voraus. Diese Thatsache ist so constant, dass sie nebst der von verschiedenen Seiten angegebenen direkten Verbindung der Fortsätze der Sternzellen mit den Wandungen der Gefässe, zur Annahme Veranlassung gegeben hat, dass eben aus miteinander in Verbindung tretenden Sternzellen sich später Gefässe entwickeln. Genauere Untersuchungen haben aber gezeigt, dass die Sternzellen in keiner näheren Beziehung zu den Gefässen stehen und auch meine Beobachtungen haben mich zu der Ueberzeugung geführt, dass die einzige Art und Weise der Gefässentwicklung in dem Schwanze der Froschlarven die Entwicklung mittelst Gefässsprossen ist. Die Sternzellen des Gewebes sind nicht vom Anfange, aber in einem späteren Stadium der Entwicklung von einer zwischen ihnen liegenden homogenen und hyalin erscheinenden Substanz auseinander gehalten und die Gefässsprossen erscheinen nur an Stellen, wo jene Zwischensubstanz schon entwickelt ist. Sie gehen, mögen sie noch so fein und spitzig sein, weder durch die Substanz der Sternzellen hindurch, noch über die innere Grenze der Epidermiszellen hinaus. Man muss also annehmen, dass nur die zwischen den Sternzellen befindliche hyaline Substanz (Grundsubstanz Hensen's) jene Bedingungen, welche für das Fortsprossen der Gefässausläufer nothwendig sind, darbietet.

Wie gesagt, zunächst erscheinen die Gefässe im Dorsalsaume des Schwanzes näher dem Kopf als dem Schwanzende. An einer Stelle des Dorsalsaumes bemerkt man zuerst eine viel grössere Durchsichtigkeit und dort sieht man unterhalb der Epidermiszellen schon ganz deutlich die sternförmigen Gewebezellen. In diese mehr durchsichtige Stelle sieht man von der undurchsichtigen Schwanzaxe her, aus der Wand eines schon vorhandenen Gefässes, welches sich an der entsprechenden Grenze als ein gelber, mit Blutkörperchen gewöhnlich vollgepfropfter Strang darstellt, — die Gefässsprossen hineindringen. — Jeder Spross (Fig. 12) ist an seiner Basis a, d. h. an der Abgangsstelle von der Gefässwand breit und dick, erst vom

Gefäss entfernt wird er mehr oder minder rasch dünner und geht schliesslich in eine immer dünner werdende Spitze über. — An der Basis zeigt der Spross eine Höhlung (Fig. 12b), die Nichts anderes als eine blindsackförmige Fortsetzung des Lumens des Muttergefässes ist, so wie der Ausläufer selbst Nichts anderes ist, als eine kegelförmig zugespitzte Fortsetzung der Substanz der Gefässwand.

Die weiteren Veränderungen, welche der in den Schwanzsaum getriebene Gefässspross erleidet, bestehen darin, dass er sich allmählig verlängert. Die Substanz, aus welcher sein solider Theil (Fig. 12 c) besteht, schiebt sich weiter vorwärts in der Richtung der ausgezogenen Spitze des Ausläufers, und da der Zusammenhang mit der Gefässwand erhalten bleibt, wird der dahinterliegende Trichter immer länger (vergleiche Fig. 12, 13 und 14 a). — Zuerst hält der Ausläufer die Richtung von dem Muttergefässe, gerade gegen den Rand des Schwanzsaumes hin, ein. Nach einiger Zeit aber biegt er sich allmählig um und geht darnach mehr oder minder parallel dem Rande des Schwanzsaumes.

Die sehr dünne Spitze ist in dem anfänglich nicht sehr durchsichtigen Rand des Schwanzsaumes nicht sofort zu verfolgen, man ist gewöhnlich genöthiget, die Beobachtung abzubrechen, ohne dass man im Stande wäre, etwas ganz Bestimmtes über die Endigung des Ausläufers sagen zu können. Die zuerst erschienene hellere Stelle des Schwanzsaumes wird aber allmählig immer grösser und dabei immer durchsichtiger. Denn einerseits werden die hellen mit Grundsubstanz erfüllten Zwischenräume zwischen den Sternzellen immer grösser, andererseits werden die Zellen selbst, die anfangs nur wenige Fortsätze hatten, obwohl sehr langsam, doch stetig länger und dünner, und ziehen sich mehr und mehr in verästelte Fortsätze aus. Verfolgt man dann den früher bemerkten Ausläufer weiter, so findet man gewöhnlich, dass er auf einen anderen solchen Ausläufer getroffen ist, und auf solche Weise die Anlage für die erste Gefässschlinge in dem Schwanzsaume gebildet wurde (Fig. 14).

Fein zugespitzte Ausläufer konnte ich nie in dem Momente beobachten, wo sie einander gegenüber liegend eben im Begriffe waren, sich mit einander zu vereinigen, wahrscheinlich weil die Spitzen der Ausläufer zu der Zeit, wo sie sich mit einander vereinigen, noch so dünn sind, dass sie der Beobachtung leicht entgehen. Später aber, wenn sie schon so dick geworden sind, dass ihr Gang leicht verfolgt werden kann, findet man sie schon continuirlich vereinigt.

Was die Art und Weise anbetrifft, wie diese Verbindung zu Stande kommt, so kann ich hier einige, obwohl selten zu machende Beobachtungen erwähnen, wo ich die Begrenzungslinie zwischen zwei aufeinander getroffenen und sich berührenden Gefässsprossen noch zu der Zeit ziemlich deutlich sehen konnte (Fig. 26), wo die durch die vereinigten Gefässsprossen gebildete Schlinge schon den gewöhnlichen Durchmesser der neugebildeten Capillargefässe hatte, von zwei Seiten her hohl erschien und nur in der Mitte, wo eben die erwähnte Begrenzungslinie zu sehen war, — durch einen soliden Pfropf geschlossen war. Beobachtungen, wie die letztere, rechtfertigen die Annahme, dass die aufeinander getroffenen Gefässsprossen zuerst sich an einander anlegen und auf solche Weise noch einige Zeit lang neben einander fortschreiten können, dass sie aber später mit einander zusammenfliessen, was gewöhnlich frühzeitig geschehen muss, und nur ausnahmsweise bis auf ein so spätes Stadium, wie Fig. 26 aufgeschoben wird.

Zu der Zeit, wo man die erst gebildete Schlinge schon geschlossen findet, sieht man auch in den näher dem Schwanzende gelegenen Stellen des Schwanzes aus der undurchsichtigen Schwanzaxe in den Schwanzsaum die weiteren Gefässsprossen eintreten, und zwar sind sie in der Regel desto weniger entwickelt, je näher zu dem Schwanzende sie liegen.

Jede neu gebildete Anlage für eine Gefässschlinge hat die Form eines Bogens (Fig. 14), der an seinen Fusspunkten (a und a') hohl ist, dessen mittlerer Theil aber einen soliden Strang darstellt. Dieser Strang wird, der Form der Gefässsprossen entsprechend, von seinen beiden Enden (b und b') gegen die Mitte hin allmählig dünner. Die Vorschiebung der Masse, die den soliden Theil der Gefässsprossen ausmacht, dauert auch in dem aus der Vereinigung der soliden Sprossen gebildeten soliden Strange fort.

Die Masse bewegt sich von den beiden gegen das Muttergefäss gerichteten Enden (b und b') gegen den Schlingenbogen des Stranges hin, dadurch wird der solide Strang kürzer und in der Mitte dicker; die hohlen Endstücke der Schlinge (Fig. 14 a und a') werden dadurch länger; sie dehnen sich ferner immer mehr aus, bis sie die gewöhnliche Grösse eines Capillargefässes erreicht haben (also im Mittel 0,0165 Mm. Drm.). — Nach einiger Zeit sieht man ihre Lumina nur noch durch die in der Mitte angesammelte Masse der soliden Sprossenden von einander getrennt (Fig. 24). Der Pfropf, welcher die

Lumina noch trennt, wird dann im Centrum immer dünner (Fig. 25). Endlich treten die Höhlen der beiden Röhrchen in Communication. Diesen Vorgang habe ich an der auf Fig. 25 abgebildeten Schlinge so lange verfolgt, bis ein rothes Blutkörperchen aus dem Röhrchen a in das Röhrchen b durch den eben hohl gewordenen Pfropf c obwohl nicht ohne Mühe hindurchgegangen war. Diese Stelle ergab jetzt das Fig. 25 d gezeichnete Bild. — An der Peripherie erschien die Masse in zwei verlängert spindelförmige Körper (Fig. 25 d) angesammelt, welche noch wie durch ein um den Mantel des Gefässes gelegtes dünnes Band zusammenhingen. Die zwischen den spindelförmigen Anhäufungen liegenden Stellen nahmen aber mit der Zeit immer mehr das durchsichtigere Ansehen der übrigen Capillarwand an, während umgekehrt die spindelförmigen Anhäufungen immer dicker und deutlicher wurden.

Als schliessliches Resultat des ganzen Vorganges erschienen wie in einem Stück eines fertigen Capillarrohres, zwei einander gegenüberliegende spindelförmige Verdickungen der Wand (Fig. 27a, b). Die letzteren waren den Spindelelementen, welche wir in der Capillargefässwand bei dem erwachsenen Frosche gesehen haben, ihrem Ansehen nach ganz ähnlich.

Als eine weitere Beobachtung, welche man an den in der Entwicklung begriffenen Gefässen zu machen Gelegenheit hat, muss ich noch besonders hervorheben, dass aus den in der beschriebenen Weise angelegten Gefässschlingen, gewöhnlich aus dem Theil des Schlingenbogens, der am nächsten zu dem Rande des Schwanzsaumes liegt, ein neuer Spross heraustritt.

Wie aus der vorangegangenen Beschreibung sich ergiebt, ist bei der Entwicklung der ersten Gefässschlingen im Schwanzsaume eine gewisse Regelmässigkeit in dem Verlaufe der Gefässsprossen und in der Grösse der entstehenden Schlingen zu bemerken. Das ist in späterer Zeit nicht mehr der Fall, dann kommt es vielmehr nicht selten vor, dass entweder ein Ausläufer eine lange Strecke durchgeht, bevor er auf einen anderen trifft, oder es vereinigen sich im Gegentheil zwei dicht neben einander, aus einem und demselben Gefässe heraustretende Ausläufer sehr bald mit einander, wodurch sehr kleine Gefässschlingen entstehen, oft sogar sehr sonderbare Bilder zum Vorschein kommen, wie solche z. B. Billeter[1]) ab-

1) Beiträge zu der Lehre von der Entstehung der Gefässe. Inaug.-Diss. Zürich 1860, Fig. 9 a b, Fig. 7 a.

gebildet hat. Ich habe eine Reihe der manigfaltigen Bilder, wie sie mir die Beobachtung der Gefässentwicklung im Schwanz der Froschlarven darbot, in den Fig. 14, 15, 16, 17, 19, 22 und 23 abgebildet.

Ich muss aber in Bezug darauf auch noch auf das Folgende verweisen:

Wir sahen in dem Vorausgehenden bei der Gefässentwicklung vorzugsweise zwei in die Augen fallende Vorgänge, nämlich 1. das fortwährende Fortschreiten der Masse eines neu gebildeten Gefässspross gegen seine Spitze, und 2. die Aushöhlung desselben von der trichterförmigen Basis her.

Beide Vorgänge halten weit nicht immer gleichen Schritt und davon hängen wieder eine Reihe von verschiedenen Bildern ab, welche man an einem und demselben Objecte von dem Gang der Gefässentwicklung fast immer neben einander beobachten kann. So erscheint der solide Theil mancher Gefässsprossen oft sehr lang und dünn, während andere Gefässsprossen, bevor sie eine ansehnliche Länge erreichen, schon hohl werden und dann gewöhnlich mit Blutkörperchen vollgepfropft erscheinen.

Im letzteren Falle kann der Gefässspross dann einen der nicht selten zu beobachtenden Blindsäcke an den Capillargefässen vorstellen (Fig. 23b). Entspringt später aus der Wand eines solchen Blindsacks ein neuer Spross, welcher auch rasch hohl wird, und wiederholt sich ein solcher Vorgang, dann entstehen die sonderbaren Bilder, wie deren eines auf Fig. 16 abgebildet wurde.

Wir wollen nun an den neugebildeten Gefässen die Substanz ihrer Wandung selbst etwas näher betrachten. Diese hat ein gleichmässig schwach glänzendes Ansehen, ist aber nicht überall gleich dick. Stellenweise ist sie sehr dünn (Fig. 19a) und durchsichtig, an anderen Stellen zeigt sie Verdickungen, einige derselben werden durch die früher beschriebenen Spindeln gebildet (Fig. 19b), an anderen Stellen erscheint die Verdickung in einer unregelmässigen und sehr variablen Form (Fig. 19c); wo die Wand dünner ist, erscheint das Gefäss weiter im Lichten, wo sich aber die Masse in der Gefässwand mehr angesammelt hat, ist das Gefässlumen enger.

Die durch ungleiche Dicke der Gefässwand verursachte Ungleichmässigkeit des Gefässlumens wird auf dem optischen Längsschnitte desselben durch die Schlängelung des Wandsaumes des Gefässes ausgedrückt (Fig. 19).

Nach Aussen zeigen die neu gebildeten Gefässe stellenweise aus ihrer Wand heraustretende, mehr oder minder ausgezogene, zugespitzte Zacken (Fig. 15a und 17), welche Nichts anderes, als die Anfänge der beschriebenen Gefässausläufer sind, und deren Substanz sich von der Substanz der Gefässwand durchaus nicht unterscheidet.

Hervorzuheben ist, dass bei jüngeren Larven in die Substanz der Gefässe, wie in vielen anderen embryonalen Gewebselementen, sehr viele Dotterkörnchen von verschiedener Grösse eingebettet sind, welche stellenweise in mehr oder minder grossen Haufen (Fig. 15c und 22d) angesammelt sind. Bei älteren Larven erscheinen die Dotterkörnchen immer seltener; man findet sie nur stellenweise in der Gefässwand oder in den spindelförmigen Verdickungen derselben, später verschwinden sie auch dort, so dass die Wandsubstanz dann wie gesagt ein ganz glattes gleichmässiges Ansehen erhält.

Beobachtet man bei lebendigen Larven solche Stellen der Gefässwand, wo die früher angeführten unregelmässig geformten Verdickungen zu sehen sind (Fig. 19c), so bemerkt man, dass daselbst die Wandsubstanz nicht unveränderlich liegen bleibt, sondern die Verdickungen zeigen in ziemlich kurzer Zeit merkliche Formveränderungen (vergl. Fig. 19 und 20c), und man kann häufig sehen, dass diese Formenwechsel so lange fortdauern, bis sie zu der Längenaxe des Gefässes entsprechenden spindelförmigen Massenanhäufungen geführt haben, an welchen dann weitere spontane Formveränderungen nicht mehr zu beobachten sind.

Nachdem ich im Vorangehenden vorzugsweise die successiven Bilder beschrieben habe, welche sich von der ersten Anlage der Gefässsprossen bis zur völligen Ausbildung neuer Capillarschlingen beobachten lassen, will ich jetzt noch Weiteres über die unmittelbar zu beobachtenden zeitlichen Vorgänge bei der Bildung der Sprossen und Schlingen anführen.

Vorerst ist zu bemerken, dass das Fortschreiten der Gefässsprossen so langsam vor sich geht, dass es sich als ein unmittelbar mit den Augen zu verfolgender Bewegungsvorgang nicht darstellt. Die Erweiterung der trichterförmigen Basis des Ausläufers geschieht aber manchmal in der Weise, dass schon nach zweistündiger Beobachtung eine merkliche Ausdehnung wahrgenommen werden kann. Dagegen erfolgen die Sammlung und Formveränderung der Verdickungen in der Wandsubstanz so rasch, dass sie unter den Augen verfolgt werden können. Es sind also Theile der Wandsubstanz im

Stande Locomotionen auszuführen, welche denen, die wir an beweglichen Zellen beobachten, sehr ähnlich sind, und diese Beobachtung würde der Behauptung Stricker's[1]) entsprechen, »dass die Wand des Capillargefässes aus beweglichem Protoplasma besteht«. Um diesen Gegenstand näher zu studiren, hielt ich es für sehr angemessen, gerade an sich entwickelnden Gefässen, an welchen noch die früher besprochenen Bewegungen an der Wandsubstanz zu verfolgen waren, zu elektrischen Reizversuchen zu schreiten. Ich liess wie früher wieder einzelne Inductionsschläge wirken. Da ich bei jüngeren Larven den ganzen Schwanz als Object benützen musste, so konnte ich die Mitreizung der Schwanzmuskeln nicht ausschliessen. Ihr Vorhandensein stört die Beobachtung nicht wenig, denn durch die Contraction wird die beobachtete Stelle aus dem Sehfelde gerückt und darum kann der unmittelbare Effect der Reizung nicht beobachtet werden. Die Versuche zeigten mir aber bald, dass die quergestreiften Muskelfasern sehr leicht überreizt werden, so dass leicht solche Inductionsschläge gefunden werden können, auf deren ersten die Muskeln mit einer Contraction antworten, während sie bei wiederholten Schlägen ganz ruhig liegen bleiben. Es wird das schon bei solchen Stromstärken beobachtet, bei welchen ein einziger Oeffnungsschlag für die Gefässwand noch zu schwach ist, um merkliche Veränderungen in derselben hervorzubringen. Ich wendete also zuerst eine Stromstärke an, welche die Muskelfasern zu der Wiederholung der Contraction unfähig machte und dann, wenn mir die bemerkte Stelle des Schwanzes wieder zu Gesicht kam, — was nach der Erschlaffung gewöhnlich der Fall war, — liess ich stärkere Schläge wirken, um die Veränderungen in der Gefässwand zu beobachten.

Weitere Versuche stellte ich an älteren Larven, denen ein hinreichend grosses Stück des Schwanzsaumes, in welchem sich keine Muskelfasern vorfanden, ausgeschnitten werden konnte, an. Ich erhielt über das Verhalten der Substanz der Gefässwand in beiden Fällen übereinstimmende Resultate und glaube daher berechtigt zu sein, beiden Methoden ein vollkommenes Zutrauen zu schenken.

Was das Gefässlumen betrifft, so bemerkt man, dass dasselbe nach der Application der Inductionsschläge manchmal mehr oder weniger zusammenfällt.

Diese Erscheinung kommt nicht selten, doch lange nicht con-

---

1) l. c. p. 384.

stant zur Beobachtung. Manchmal beobachtet man sogar ein Weiterwerden des Gefässes.

Hatte sich ein Gefäss anfänglich verengert und dann sich selbst überlassen, allmählig wieder erweitert, so gelang es auch bei wiederholter Anwendung starker Schläge nicht, es abermals zur Verengerung zu bringen.

Ueber den Grund der eben erwähnten Schwankungen in der Weite des Gefässes, welche über grössere Strecken hin sich ausbreiten, bin ich nicht ins Klare gekommen.

Was die Gefässwand selbst betrifft, tritt dagegen nach der Anwendung von Inductionsschlägen eine immer in derselben Weise wiederkehrende Veränderung der Wandsubstanz zu Tage. Sie besteht darin, dass die vorher gleichmässig und glatt erscheinende Substanz körnig wird (Fig. 18). Die auftretenden glänzenden Körnchen sind durch blasse Zwischenräume von einander getrennt. Die Substanz, in welcher die Körnchen eingesprengt erscheinen, ist blasser als die ursprüngliche glatte Gefässwandung und der Wandsaum des Gefässes darum weniger scharf gezeichnet. Die Wandsubstanz scheint aber dabei ein wenig anzuschwellen, der Wandsaum des Gefässes ist nach der Wirkung der Inductionsschläge etwas dicker. Richtet man bei derartigen Versuchen seine Aufmerksamkeit auf Gefässsprossen, so zeigen diese nach der Einwirkung der Inductionsschläge Veränderungen, wie die Wandsubstanz schon durchgängiger Gefässe. Die feineren Enden verlieren ihr glattes fadenförmiges Ansehen und werden körnig (Fig. 18a); die glänzenden Körnchen sind auch hier durch eine blasse Substanz von einander getrennt, die erstere ist von der Grundsubstanz des umgebenden Gewebes nur schwer zu unterscheiden, darum erscheint ein feiner Ausläufer, nachdem diese Veränderung aufgetreten ist, nur durch die in Abständen neben einander aufgereihten Körner vorgezeichnet. — Nie habe ich gesehen, dass ein Sprossenende sich zu einem Klumpen zusammen-, oder in die Gefässwand hineingezogen hätte. An der Verbindungsstelle zweier Ausläufer, mag dieselbe so dünn sein wie sie will, sah ich niemals ein Auseinanderweichen der veränderten Ausläufer auf grössere Strecken, die für eine Retraction der Sprossen gegen die Muttergefässe hin gesprochen hätte.

Sehr auffallend sind die Veränderungen, welche Inductionsschläge an solchen Stellen neu gebildeter Gefässe hervorbringen, wo sich spindelförmige Anhäufungen der Wandsubstanz befinden (Fig. 28a).

Sie sind denjenigen, die wir an den Gefässspindeln des erwachsenen Frosches beobachtet haben, sehr ähnlich. An der Stelle dieser spindelförmigen Anhäufungen in der Wand der neu gebildeten Gefässe erscheinen auch die Kerne. — Dieselben haben dann eine fast kugelige Form und sind sehr gross, sie prominiren bedeutend gegen das Lumen des Gefässes und verengern dasselbe local. — Ein wesentlicher Unterschied zeigt sich aber darin, dass bei den Larven der so aufgetretene Kern, welcher gewöhnlich 1—2 glänzende Körnchen in seinem Innern enthält, an seinen beiden Enden (Fig. 28 b) mehr oder minder grosse Anhäufungen von feinkörniger Substanz darbietet. Die letztere unterscheidet sich von der körnigen Substanz des zwischen den Kernen liegenden Theiles der Gefässwand durchaus nicht. Lässt man das Präparat nach der Application der Inductionsschläge einige Zeit ruhig liegen, so werden die Kerne wieder etwas länger und dünner, nach wiederholter Reizung dagegen wiederum dicker und mehr kugelig.

Die vorerwähnte Erholung ist hier aber nicht so deutlich, wie bei den Gefässspindeln des erwachsenen Frosches. Finden sich Dotterkörnchen in der Wand des gerade beobachteten Gefässes, so zeigen diese bei der Behandlung mit Inductionsschlägen keine merklichen Veränderungen.

So wie wir früher bei den Gefässen der Nickhaut älterer Frösche sahen, dass die Wirkung des Wassers, der Müller'schen Flüssigkeit, verdünnter Essigsäure in der Gefässwand ähnliche Veränderungen hervorrufen, wie elektrische Schläge, so rufen die genannten Reagentien auch in den Gefässsprossen in den spindelförmigen Anhäufungen und in der Wandsubstanz der neu gebildeten Gefässe Veränderungen hervor, welche den nach den elektrischen Schlägen auftretenden sehr ähnlich sind.

Wir haben früher direct beobachtet, dass Theile der Wandsubstanz der Gefässe in einer sichtlichen Bewegung begriffen sind, und dass die letztere bei der Bildung der Sprossen und bei der Entstehung der spindelförmigen Verdickungen sich betheiligt. — Diese Bewegungen gleichen denen anderer beweglicher, protoplasmatischer Massen.

Jetzt sahen wir auf die Anwendung von Inductionsschlägen bestimmte Veränderungen in der Capillarwand und deren Sprossen auftreten, diese sind aber von der Art, dass sich zwischen der Wandsubstanz der in Neubildung begriffenen Gefässe, diese in toto ge-

nommen, und dem Protoplasma z. B. eines beweglichen amöboiden Blutkörperchens in Bezug auf das Verhalten zu Inductionsschlägen ein wichtiger Unterschied ergiebt, welcher darin besteht, dass die Fortsätze des amöboiden Körperchens nach der elektrischen Reizung sich in toto gleichsam auf das Körperchen selbst zurückziehen und in einen Klumpen sammeln, was mit den Fortsätzen der Capillarwandsubstanz nicht der Fall ist; diese zeigen, ohne sich in toto zu verkürzen und einzuziehen, nur die oben beschriebenen partiellen Veränderungen.

In Bezug auf das Austreten und Fortschreiten der Gefässsprossen sei noch erwähnt, dass man bei jüngeren Larven auch in den Gefässausläufern die schon früher erwähnten Dotterkörnchen findet und beobachten kann, wie diese aus der Gefässwand, welche den Ausläufer aussendet, in den letzteren fortgeschleppt werden.

Wenn man die Neubildung der Gefässe in dem sich entwickelnden Schwanzsaume der Froschlarven beobachtet, wird man zu vielem Nachdenken angeregt durch die auffallende Erscheinung, dass die in den durchsichtigen Saum des Schwanzes eintretenden Gefässausläufer sichtbar einander entgegen fortschreiten, um später auf einander zu treffen und Schlingen zu bilden.

Es ist sehr schwer, diese merkwürdige Erscheinung auf ihre Ursachen zurückzuführen. Nichts desto weniger will ich den Versuch machen, hier einige Momente anzuführen, welche mir für eine, wenn auch vorläufig mehr hypothetische Erklärung der besonderen Bemerkung werth erscheinen.

Es wurde oben erwähnt, dass die Entstehung der Grundsubstanz zwischen den Gewebszellen des Schwanzsaumes, dem Erscheinen der Gefässe daselbst vorausgeht.

Ohne auf die Art und Weise der Entstehung dieser Substanz ausführlicher einzugehen, seien hier einige Beobachtungen über das Bindegewebsstroma des Schwanzsaumes angeführt

Die Grundsubstanz im Schwanzsaume erscheint zwischen den Zellen unter der Epidermis (die Zellen der Unterhaut, Remak's Untersuchung über die Entwicklung der Wirbelthiere pag. 152) zuerst in geringer Menge. Mit der Zeit nimmt diese Substanz allmälig zu.

Die Zellen des Bindegewebes haben zur Zeit, wo die Grundsubstanz zuerst auftritt, schon eine unregelmässige, obwohl noch nahezu kugelige Form. Mit der Zeit aber wird ihre Form immer

unregelmässiger und sie verwandeln sich allmälig in die bekannten Sternzellen.

Zu diesen, aus der ursprünglichen Zellenanlage hervorgegangenen Sternzellen kommen noch andere, im späteren Verlaufe der Entwicklung auf eine andere Weise hinzu, denn, wenn einmal die Gefässe in den Schwanzsaum getreten sind, sieht man aus den Gefässen amöboide Blutkörperchen heraustreten und zwar lässt sich hier der Austritt sehr gut mit allen Details verfolgen, wie mich oft wiederholte Beobachtungen lehrten.

Nachdem diese Zellen eine Strecke weit von dem Gefässe in die Grundsubstanz hineingewandert sind, zeigt sich, wenn man nur anhaltend und fleissig beobachtet, dass dieselben eine unregelmässige verlängerte Form annehmen und stationär werden; dann strecken sie, aber sehr langsam, zugespitzte Fortsätze aus und verwandeln sich in Körper, die fortan von den Sternzellen des Gewebes nicht mehr zu unterscheiden sind.

Eine Thatsache, welche ich noch ferner behandeln will, und welche ein sehr ausgezeichnetes Beispiel für die Betheiligung der amöboiden Zellen an der Gewebsbildung abgiebt.

Auch rothe Blutkörperchen sah ich ins Gewebe gelangen und sich dort metamorphosiren. Es sollen aber diese Thatsachen wie gesagt, hier nur vorläufig mitgetheilt sein und ich will zu meinem eigentlichen Thema zurückkehren.

Wenn einmal die Sternzellen im Schwanzsaume vorhanden sind, und eine grössere Menge Grundsubstanz zwischen denselben sichtbar ist, so erleidet die letztere, bevor aus der Schwanzaxe Gefässsprossen in dieselbe hineintreten, noch eine weitere Veränderung: sie schwillt beträchtlich an, was sich zunächst durch das Hellerwerden der betreffenden Stelle des Schwanzsaumes kund gibt, und erst dann ist die von Hensen gebrauchte Bezeichnung »Gallertgewebe« für das Bindegewebe des Schwanzsaumes an ihrem Platze.

Diese Infiltration der Grundsubstanz geht von der in der Schwanzaxe vorhandenen Gefässschlinge (Fig. 29 a) aus und schreitet langsam aber stetig vorwärts, wie es Fig. 29 schematisch darstellt.

Demgemäss rückt die bogenförmige Grenze (d e g) zwischen der immer grösser werdenden helleren Stelle und dem übrigen weniger durchsichtigen Theile des Schwanzsaumes allmählig gegen den Rand und gegen das Ende des Schwanzes vor, wie es die punctirten Linien zeigen. — Es liegt nahe anzunehmen, dass die Schwellung

der Grundsubstanz durch Aufnahme von Flüssigkeit aus dem Blute zu Stande komme, und diese Annahme findet darin eine Bestätigung, dass in der Zeit, die gerade vor das Auftreten der ersten Gefässe in dem durchsichtigen Schwanzsaume fällt, deutlich zu sehen ist, dass die Zwischenräume zwischen den Sternzellen des Gewebes in allen Richtungen desto kleiner werden, (die Durchfeuchtung der dazwischen liegenden Grundsubstanz desto geringer wird), je weiter die Zellen von dem Gefässe a entfernt liegen. Nur unmittelbar unter der Epidermis bildet, da die Grundsubstanz weiter gegen die Oberfläche vordringt, als die Zellen, eine zellenlose Oberflächenlage eine scheinbare Ausnahme von diesem Gesetze der Vertheilung der Zellen. Es zeichnet sich aber, wie bekannt, gerade jene Oberflächenlage des Stromas durch eine besondere Dichte aus. Von den zuletzt angeführten Thatsachen kann man sich überzeugen sowohl an lebendigen Larven, wenn man den Schwanz von der Fläche aus betrachtet, als auch an Querschnitten des Schwanzes [1]) von in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Larven.

Betrachtet man ferner den Schwanzsaum zu der Zeit, wo nicht nur die Gefässe und Sternzellen, sondern auch schon die Nerven in ihm zu beobachten sind, so bemerkt man, sowohl bei der Untersuchung im Profile, als auch auf Frontalschnitten des Schwanzes das merkwürdige (zum Theil schon von Remak und später von Hensen erwähnte) Verhältniss, dass das Stroma nach den in demselben vorhandenen Einlagerungen sich in drei ungleich dicke Schichten abtheilen lässt. Bei der Beobachtung im Profile unterscheidet man an frischen lebendigen Larven, oder noch besser, nachdem die Larven einige Zeit in Müller'scher Flüssigkeit gelegen hatten und die Epidermis abgepinselt wurde, die äusserste Randschichte als eine mehr oder minder breite hyaline Platte, in welche keine Fortsätze der Sternzellen hineintreten, sondern nur die dünnen Nerven zu verfolgen sind [2]). Darauf folgt nach Innen eine gewöhnlich viel breitere Schicht. Diese enthält neben zahlreichen Nervenverästlungen auch Sternzellen und deren Fortsätze aber keine Gefässe. — Die dritte noch dickere Schicht reicht von der äussersten Grenze der Gefässverbreitung bis zu der undurchsichtigen Schwanz-

1) Man sieht dieses Verhältniss z. B. an dem von Hensen (M. Schultze's Arch. B. IV, 11. Heft, Taf. VIII, Fig. 1) gezeichneten Querschnitte der Froschlarven an dem Bauchsaume des Schwanzes sehr deutlich dargestellt.

2) l. c. p. 115.

axe und enthält sowohl Nerven als Sternzellen, als auch Gefässe. An Querschnitten kann man dieselben drei Schichten unterscheiden. Wenn die Larve wächst, so rücken mit der Vergrösserung der Schwanzperipherie diese Grenzen nach Aussen. Auch ihre relativen Durchmesser ändern sich dabei, so wird die der Oberfläche nächste Schicht immer dünner.

Wenden wir uns jetzt zur Frage, welche Ursachen liegen den eben beschriebenen Verhältnissen zu Grunde?

Wir haben eben zuvor auf die Thatsachen hingewiesen, welche dafür sprechen, dass die Consistenz der Grundsubstanz gegen die Peripherie hin allmälig zunimmt und erinnern nur daran, dass das Fortschreiten der Ausläufer sowohl der Gefässe als auch der Sternzellen, der Bewegung ihrer Masse zuzuschreiben ist. Für die Gefässausläufer haben wir das früher gesehen. Dass auch bei der Entwicklung der Sternzellen die Bewegung ihrer Masse in Betracht kommt, geht daraus hervor, dass einmal der Leib der in die Sternzellen sich umwandelnden Zellen mit dem Fortschreiten der Fortsätze sichtlich kleiner wird, und dann zweitens die in den Zellen der ersten Anlage des Schwanzstromas vorhandenen Dotterkörnchen mit in die Fortsätze der daraus hervorgehenden Sternzelleu hinein geschleppt werden.

Man wird sich nun, wie leicht ersichtlich ist, in dem Falle, dass 1) die Grundsubstanz, 2) die Fortsätze der Sternzellen und 3) die Gefässausläufer nicht gleichzeitig an denselben Ort des Schwanzes gelangen, sondern wie es die directe Beobachtung wirklich nachweist, erst nach einander an denselben bestimmten Ort gelangen, vorstellen müssen, dass für die schliessliche Vertheilung der Gefäss- und Sternzellen-Ausläufer unter anderen die beiden folgenden Momente mit in Betracht kommen: die wechselnde Consistenz der Grundsubstanz und die besondere Natur der fortschreitenden Ausläufer.

Von beiden Momenten wird die Geschwindigkeit und die Richtung des Fortschreitens der betreffenden Ausläufer abhängen müssen.

Thatsächlich lässt sich wahrnehmen, dass die Sternzellen, deren Ausläufer sich träger verlängern und beim Zerzupfen der Präparate unter dem Mikroskope mehr Widerstand leisten als alle anderen Bestandtheile. mit Ausnahme der Nerven, weiter gegen die Oberfläche des Schwanzes reichen, als die Gefässe. Die anfängliche Richtung, in welcher sich die ersten Gefässsprossen des Schwanz-

saumes bewegen, geht von der Schwanzaxe gegen die Peripherie hin. In derselben Richtung folgen, wie früher gesagt wurde, verschieden consistente Schichten der Grundsubstanz des Schwanzstromas aufeinander.

Unmittelbar an der Epidermis sei die Grundsubstanz am meisten consistent, weiter nach Innen werde die Grundsubstanz immer weniger consistent; so kann man sich vorstellen, dass diese innerste Schichte eben zuerst jene Consistenz erlangte, welche die Bewegung der Masse der Gefässausläufer gestattet. Es tritt jetzt ein Gefässausläufer in diese Schicht der Grundsubstanz hinein. Indessen fährt die letztere von Innen nach Aussen fort zu erweichen. — Nehmen wir an, dass das Fortschreiten der Masse des Ausläufers rasch und dauernd vor sich geht, so muss der Ausläufer (Fig. 29 b) bald die Grenze erreichen, wo für den Moment die Grundsubstanz die für die Bewegung der Ausläufermasse nothwendige Erweichung noch nicht erlitten hat. — Von diesem Momente angefangen wird die Bewegung der Masse des Ausläufers von der früheren geradlinigen Richtung abweichen müssen, er wird sich bei seinem weiteren Fortschreiten der Grenzlinie folgend umbiegen, und da wie schon oben erwähnt wurde, diese Grenzlinie (Fig. 29) immer weiter fortgeschoben wird, so muss die Bahn des Ausläufers einen Bogen darstellen, welcher desto mehr gekrümmt wird, je grösser die Bewegungsgeschwindigkeit des Ausläufers im Vergleiche mit der Geschwindigkeit der Erweichung der Grundsubstanz ist.

Stellen wir uns jetzt vor, dass ein anderer Ausläufer (Fig. 29 f) in die betreffende Schicht der Grundsubstanz hineintritt und verfolgen wir den Gang dieses letzteren, so ist klar, dass das Aufeinandertreffen der beiden Ausläufer (b und f) früher oder später (Fig. 29 auf der Grenzlinie e) als eine Nothwendigkeit gegeben ist. Wir haben schon oben erwähnt, dass nur die ersten in den Schwanzsaum hineintretenden Gefässausläufer einige Regelmässigkeit in ihrem Fortschreiten zeigen. Demgemäss sind die durch die primären Gefässschlingen gebildeten Maschen mehr oder minder gleichmässig. Nur für diese können wir zunächst unsere Erklärung geben. Später entspringen aus den neugebildeten Gefässen stellenweise neue Ausläufer, die sich miteinander verbindend neue Gefässschlingen bilden. Es ist anzunehmen, dass auch diese Ausläufer, wie die primären, in einer Schichte der Grundsubstanz fortschreiten, welche die günstigsten Bedingungen dazu darbietet. Nur werden die Verhält-

nisse mit Zunehmen der Schlingenbildung immer complicirter und weniger durchsichtig, und sollen darum wie gesagt, im Vorhergehenden nur ganz anspruchslose Winke und Ausgangspunkte für die Erklärung einer Thatsache enthalten sein, die zu erklären bisher nicht versucht wurde.

Die durch zwei sich entgegen bewegende Gefässsprossen gebildete Schlinge ist im Anfange noch geraume Zeit nach der Berührung der Sprossenenden in ihrem mittleren Theile solide, erst später wird sie durchgängig; wir haben das schon früher behandelt. Ich will aber hier gelegentlich darauf zurückkommen, um anzuführen, dass man, wenn man eine Froschlarve sehr lange unter dem Mikroskope beobachtet, oft die Herzthätigkeit so geschwächt sieht, dass die Blutcirculation in den Gefässen des Schwanzsaumes aufhört, und man sieht dann häufig das neugebildete Gefässe so zusammenfallen, dass das Lumen vollständig zu verschwinden und sich das Gefäss wiederum in einen soliden Strang umzuwandeln scheint; im letzteren sind dann stellenweise den in der Gefässwand schon gesammelten Spindeln entsprechend, Knoten zu bemerken. Solche stellenweise knotig verdickte Stränge, in welchen nach verschiedenen äusseren Einflüssen Kerne zum Vorscheine kommen, findet man fast immer, wenn man den abgeschnittenen Schwanz einer Froschlarve untersucht. Diese von den Gefässsprossen wohl zu unterscheidenden strangförmig zusammengefallenen neu gebildeten Gefässe, haben den Autoren, unter anderen auch Kölliker (Gewebelehre 5. Aufl. p. 633), wahrscheinlich die Veranlassung zu der Annahme gegeben, dass jene Gefässe im Schwanze der Froschlarven durch das Zusammenfliessen der Gefässausläufer »mit spindelförmigen Zellen der Bindesubstanz des Schwanzsaumes« entstehen. Ich konnte einen solchen Modus der Bildung nie beobachten.

Bilder, wie das auf Köllikers Fig. 446 [1]) dargestellte erklären sich auf die eben angegebene Weise, und kommen zur Zeit der Entwickiung der Gefässe überhaupt keine eigentlichen spindelförmigen Zellen in der Bindesubstanz des Froschlarvenschwanzes vor, welche in der supponirten Weise mit den Gefässausläufern zusammenfliessen könnten. Ich kehre nun zum Bau der Wand des neu gebildeten Capillarrohres zurück.

---

1) l. c. p. 632.

Wir haben früher die Bildung der ersten spindelförmigen Ansammlungen in der Gefässwand verfolgt, und ausserdem an anderen Stellen Anhäufungen der Wandsubstanz von unregelmässiger Form kennen gelernt. Diese letzteren verbinden sich mit einander durch feine Brücken, welche in verschiedenen Richtungen verlaufen, wodurch ein sehr unregelmässiges Netz entsteht. Die Balken dieses Netzes sind ungleich dick und unterscheiden sich nur durch ihre geringere Durchsichtigkeit von den zwischen den Balken befindlichen Interstitien, welche mehr durchsichtig sind. In ganz frischem Zustande kann man nur die dicken Balken (Fig. 19 e) unterscheiden, dünnere entgehen ob ihrer von den interstitiellen Wandtheilen wenig verschiedenen Durchsichtigkeit der Beobachtung.

Das besagte Netz tritt viel deutlicher hervor nach der Einwirkung chemischer Agentien, z. B. des Wassers, der Müller'schen Flüssigkeit oder aber nach der Application von Inductionsschlägen, wobei die Netzbalken deutlicher körnig werden, als die Zwischenräume zwischen denselben.

Es soll ferner hier daran erinnert werden, dass man, wenn zwar nicht an den Capillaren der Froschlarve aber an denen anderer Objecte die Erfahrung gemacht hat, dass Behandlung der Präparate mit Silberlösung in gewissen Fällen ebenfalls netzförmige Zeichnungen an den Capillargefässen hervorbringt, und dass dabei die den Balken entsprechenden Stellen mit Silber stärker gefärbt erscheinen als die Zwischenräume [1]).

Die spindelförmigen Gebilde der Gefässwand sind im neu gebildeten Gefäss, wie wir schon gesehen, noch in sehr geringer Menge vorhanden Fig. 36. Sie gehen in die dazwischen liegenden dünneren Stellen der Gefässwand unmerklich über. Es ist mir leider nicht gelungen, Froschlarven mit Silber zu injiciren. Behandelte ich Stücke des abge-

---

1) His (M. Schultze's Arch. B. I, Taf. XI, Fig. IV) hat ein mit Silber behandeltes Gefäss an dem ligamentum suspensorium hepatis des Meerschweinchens abgebildet. Den oben angeführten Beobachtungen nach, glaube ich in dem Abgebildeten ein Gefäss in dem beschriebenen Stadium der Entwicklung zu sehen. Der Unterschied zwischen dem abgebildeten Gefässe und den von mir beobachteten Gefässen des Froschlarvenschwanzes besteht darin, dass das erstere viel reicher an den mit Silber stärker gefärbten Stellen ist und dass die Communicationsfäden zwischen diesen letzteren zahlreicher und regelmässiger sind als bei den Gefässen der Froschlarven.

schnittenen Schwanzes mit Silberlösung, so erlitten die Spindeln, da eine unmittelbare Einwirkung der Silberlösung auf sie nicht stattfand, schon die zum Erscheinen der Kerne führenden Veränderungen.

Die deutlich begrenzten Kerne erscheinen aber dann mit einer Menge von körniger Substanz umgeben, welche letztere in die gleichfalls körnig erscheinenden und nach der Silberbehandlung sichtbaren Netzbalken übergeht Fig. 21 [1]). Von den bekannten in den ausgebildeten Capillargefässen durch Silberinjection zum Vorschein kommenden Linien konnte ich dagegen an den Capillaren der mit Silber behandelten Schwanzstücke nichts sehen [2]).

Wenn wir nun das, was wir in den drei ersten Abschnitten über die Nickhautgefässe des Frosches angegeben haben, mit dem vergleichen, was wir jetzt über die Entwicklung der Capillaren im Larvenschwanze beigebracht haben, so lässt sich nicht leugnen, dass es einigen Schwierigkeiten unterliegt, die an den genannten Objecten beobachteten Bilder auf einander zu beziehen. Es drängt sich uns zuerst die Frage auf, wie die anfangs so spärlich vorhandenen Spindeln sich vermehren.

Beobachtet man die Gefässe des Schwanzsaumes älterer Larven, so findet man sehr oft Bilder, wie das auf Fig. 30 dargestellte, wo man an einem Gefässe, das überhaupt nur sehr wenige Spindeln in seiner Wand enthält, Stellen findet, wo zwei Spindeln (a b) welche in der Regel kleiner sind als die anderen, in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise dicht neben einander liegen, so wie wir es ähnlich früher auch an den Capillaren der Nickhaut des erwachsenen Frosches kennen lernten. — Solche Bilder weisen darauf hin, den Antheil, welchen die Theilung der erst angelegten Spindeln an der Vermehrung nimmt, ins Auge zu fassen.

In der That hat man an den Gefässen solcher Larven, bei welchen sich schon die hinteren Extremitäten zu entwickeln anfangen, nicht selten Gelegenheit, verschiedene Stadien der Theilung der

---

1) His (M. Schultze's Archiv B. I, p. 188) hat dasselbe Bild an jungen Gefässen dünner Häute der Säugethiere beobachtet. Er scheint aber nicht geneigt zu sein, die von ihm beobachtete Erscheinung in Zusammenhang mit einem bestimmten Stadium der Entwicklung des Gefässes zu bringen.

2) Kölliker (l. c. p. 634) konnte an eben sich entwickelnden Gefässen von Froschlarven die Silberlinien ebenfalls nicht darstellen.

Spindeln zu beobachten, so ist ein Gefäss mit zwei sich theilenden Spindeln in Fig. 31 naturgetreu abgebildet.

Eine grössere Spindel zeigt in ihrem mittleren breiteren Theile einen blassen schmalen Streifen und wird durch diesen Querdurchgang in zwei mehr oder minder gleiche Hälften getheilt. Beide Hälften stellen zuerst Dreiecke vor, deren breite Basen einander gegenüber liegen und durch den oben erwähnten blassen Streifen von einander getrennt sind, deren entgegengesetzt gerichtete Spitzen nichts anderes als die zugespitzten Enden der Mutterspindeln sind. Später aber fängt eine Ecke der Basis jeder Hälfte an sich in die Länge auszuziehen und zwar so, dass, wenn bei der höher liegenden Hälfte sich die linke Ecke der breiten Basis zu verlängern anfängt, sich bei der untern die rechte verlängert. (Den Anfang dieses Vorganges kann man in Fig. 31 an den Hälften der untern Spindel a sehen.) Dadurch nimmt die früher quer liegende blasse Theilungslinie eine schiefe Richtung an (Fig. 31 c), welche mit der Zeit, wenn die beiden Hälften (resp. jungen Spindeln) auf diese Weise neben einander langsam fortwachsen, und dabei allmählig die gewöhnliche Form der Spindeln annehmen, — in eine der Längsaxe der Spindel beinahe paralelle Richtung übergeht (Fig. 30 a b).

Schon zu der Zeit als die Mutterspindel durch einen quer laufenden kaum merklichen Streifen in zwei Hälften getheilt erscheint, verhält sich jede Hälfte in Bezug auf die elektrische Reizung, die ich an solchen Objecten oftmals vorgenommen habe und welche gerade hier sehr interessant ist, ganz selbständig: in jeder Hälfte, die mehr oder minder rundlich wird, erscheint ein Kern (Fig. 32). An den Stellen, wo früher die Spitzen waren, erscheint dabei eine geringe Menge von feinkörniger Substanz (Fig. 37 a b). Der blasse Zwischenraum zwischen den Hälften wird grösser. Nach einiger Zeit Ruhe werden die rundlichen Kerne wiederum länger und der blasse Zwischenraum verkleinert sich merklich. Nach einer neuen Reizung werden sie wiederum mehr rund. An den auf Fig. 32 abgebildeten Spindelhälften wurde der Versuch dreimal wiederholt.

Ausser den eben beschriebenen sich evident theilenden Spindeln fand ich nicht selten Bilder, wie sie in Fig. 33 und Fig. 35 a dargestellt sind. Ob wir es auch hier mit Theilungserscheinungen zu thun haben, konnte ich nicht mit Sicherheit ermitteln. Ich will nur bemerken, dass die Spindel a (Fig. 33) nach dem Zusatze verdünnter Essigsäure einen Kern erscheinen liess, dabei aber ihre Einkerbung beibehielt (Fig. 34 a).

Dass die Theilung der zuerst angelegten Spindeln als einer jener Vorgänge angesehen werden muss, der zu den zahlreicheren Spindelelementen, wie wir sie in dem entwickelten Gefässe beobachten können, führt, geht aus den eben angeführten Beobachtungen entschieden hervor. Ob die Theilung der erst angelegten Spindeln die einzige Vermehrungsweise ist, und ob das Auftreten der neuen Spindeln zu einer Substitution der früher an Stelle der Spindeln vorhandenen Wandsubstanz führt, oder ob die Substanz des erst angelegten Rohres, dessen Länge und Weite sich mit dem Auftreten der Spindeln in der Wand nicht wesentlich zu ändern scheint, als eine formbedingende Grundlage der Spindelausbreitung erhalten bleibt, lässt sich schwer entscheiden, jedoch ist das erstere wahrscheinlicher und werden wir noch später auf Beobachtungen hinweisen, welche dafür sprechen.

Wie ich schon früher anführte, ist es mir nicht gelungen, Capillargefässe von Froschlarven mit Silberlösung zu injiciren. Ich vermag daher auch nicht die Zeit zu bestimmen, wann die Silberlinien zwischen den entwickelten Spindeln der Gefässe sicher erscheinen. — Nur auf die Angabe von Kölliker kann ich hinweisen, dass art. und vena caudalis an älteren Larven die Zellen ihrer Wand durch Höllenstein leicht erkennen lassen; ferner hat Kölliker auf seiner Fig. 426 auch Zellgrenzen aus Capillargefässen von Froschlarven abgebildet.

Dagegen muss ich hier die Thatsache anführen, dass sowohl meine eigenen Versuche mit Silberinjection der Gefässe, als auch einige Andeutungen, welche ich bei anderen Beobachtern gefunden habe, für die Annahme sprechen, dass noch bei dem erwachsenen Thiere Capillaren existiren, in deren Wand noch keine Vermehrung der Spindeln stattgefunden hat, sondern die Gefässwand in einem, früheren Entwicklungsstadien entsprechenden Zustande sich befindet.

Beim Frosche (R. esculenta) gehören dahin die Gefässe des Glaskörpers des Auges. Gelungene Silberinjectionen sind beim Frosche leicht zu erhalten. Ich bediente mich zu ihrer Herstellung einer kleinen Spritze, deren feine Kanüle durch einen kleinen Einschnitt von der Spitze des Ventrikels bis in den arteriellen Bulbus vorgeschoben wurde, mittelst eines Fadens wurde der Ventrikel an der Kanüle festgehalten. Das Blut und die Silberlösung flossen durch in die Vorhöfe gemachten Einschnitte ab.

Auf diese Weise injiciren sich bei Fröschen immer am leichte-

sten die Lungengefässe, ferner der Darm und die anderen Baucheingeweide.

Dagegen findet man die Gefässe der Nickhaut, der pia mater, der hyaloidea u. s. w. in der Regel nicht injicirt.

Diese letzteren Gefässe lassen sich dagegen mit grosser Sicherheit injiciren, wenn man vor der Injection die grossen Gefässe vorsichtig bloss legt und dann beiderseits die Lungenarterien unmittelbar nach ihrem Abgange von dem Stamm der grossen Gefässe unterbindet.

Zahlreiche in dieser Weise vorgenommene Injectionen, nach welchen sich in den Capillaren der Nickhaut u. s. w. bei geeignetem Verfahren die Silberlinien ausgezeichnet schön entwickelten, ergaben mir dagegen für die Gefässe der Hyaloidea immer das Resultat, dass dieselben mehr oder minder stark, aber gleichmässig braun gefärbt waren; von den Silberlinien war hier nichts zu sehen; nur ein oder das andere von Silberlinien eingefasste Feld, gewöhnlich in die Länge gestreckt und mit abgerundeten Enden versehen, oder eine bald wieder unterbrochene Linie erschien vereinzelt in der sonst wie gesagt gleichmässig braun gefärbten Wand.

Was die Beobachtungen und Versuche anderer Forscher anbelangt, welche die Thatsache zu bestätigen scheinen, so will ich auf die von Chrzonszszewsky [1]) abgebildeten Capillargefässe der Harnblase einer Katze aufmerksam machen. Man sehe l. c. Taf. V Fig. 2 an.

Chrzonszszewsky will den Umstand, dass an den Stellen a u. b seiner Fig. die Silberzeichnungen fehlen, gerade aber an diesen Stellen eine scheinbar structurlose Membran zum Vorschein kommt, dadurch erklären, dass die Epithelzellen, welche die innere Schicht der Gefässwand ausmachen sollen, in Folge der Ausdehnung der injicirten Harnblase auseinander geschoben sind, und dadurch die sonst unsichtbare äussere homogene Hülle der Gefässwand, welche er annimmt, zum Vorschein kommt.

Indess kann man der Abbildung entnehmen, dass die Gefässe an den Stellen a u. b keine Spur von Zerrung in die Länge zeigen, und auch die auseinander geschobenen Zellen nicht gezerrt erscheinen.

---

1) Virch. Arch. B. 35, Taf. V, Fig. 2.

Im Gegentheile sieht man, dass die gegen die zellenlose Stelle des Gefässes hin gerichteten Enden der Zellen glatt und merkwürdiger Weise zugerundet erscheinen, während sonst die Enden der Zellen in der Gefässwand überall zugespitzt sind und weiter, dass die durch den spindellosen Zwischenraum getrennten Zellen einander entschieden nicht entsprechen (was besonders bei b auffallend ist).

Endlich sieht man, dass das spindellose Wandstück, welches durchaus nicht dünn gezeichnet ist, sondern sogar doppelt contourirt, gerade da aufhört, wo es die Zellengrenzen berührt.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass Auerbach, Eberth[1]) u. A. bei ihren Silberinjectionen an den kleinsten Gefässen Stellen gesehen haben, wo die Gefässwand durch eine einzige eingerollte Zelle gebildet zu sein schien; ich habe solche Bilder nicht beobachtet und möchte daher nur darauf aufmerksam machen, dass man hier zu beachten habe, ob nicht vielleicht gerade eine noch erhaltene Strecke der ursprünglichen Anlage der Capillarwand vorliegt.

Nach unseren Beobachtungen an den Capillaren des entwickelten Frosches ist ferner erwiesen, dass die Theilung der Gefässspindeln beim Frosche nicht auf die Larvenperiode beschränkt ist, sondern auch in den Gefässen des erwachsenen Thieres vor sich geht, wo ich diesen Vorgang (in Fig. 1ab und Fig. 6A naturgetreu dargestellt) öfter direct beobachtet habe.

In der hier gegebenen Darstellung der Gefässentwicklung im Schwanze der Froschlarven wurden ausschliesslich die eigentlichen Blutcapillaren berücksichtigt.

Bekanntlich existirt aber in dem Froschlarvenschwanze noch eine besondere Art von Gefässen, welche zeitweise ebenfalls Blutkörperchen (auch rothe) enthalten, am öftesten dagegen nur mit einer wasserhellen Flüssigkeit gefüllt erscheinen, und welche von Kölliker und Anderen für Lymphgefässe gehalten werden.

Was die Entwicklung dieser letzteren Gefässe anbetrifft, so kann ich vorläufig nur sagen, dass sie in allen wesentlichen Punkten mit jener der eigentlichen Blutcapillaren übereinstimmt. — Die Abbildungen Fig. 37 u. 38 gehören solchen Gefässen an.

Da in dieser Abhandlung welche sich zunächst nur mit den Gefässen des Frosches beschäftigte, doch gelegentlich auch auf be-

1) Würzburg. Zeitschr. B. VI, p. 29.

kannt gewordene Thatsachen hingewiesen wurde, welche sich auf die Capillaren von Säugethieren beziehen und in Bau und Entwicklung diese Gefässe jenen des Frosches analog sind, so will ich auch noch auf die Angaben hinweisen, welche His gelegentlich über die Gefässe der gelben Körper macht so wie auf dessen Abbildung (M. Schultze's Arch. Bd. 1 Taf. X, Fig. 10 a) aufmerksam machen, wo ein aus dem gelben Körper der Kuh isolirtes Gefäss dargestellt ist, dessen Zusammensetzung aus Spindelzellen, auch ohne Silberfärbung deutlich hervortrat.

Zum Schlusse halte ich für meine Pflicht, dem Herrn Prof. Rollett, in dessen Laboratorium diese Arbeit gemacht wurde, meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. V.

Fig. 1. Optischer Längsschnitt eines Capillargefässes der Nickhaut des Frosches A a d d'. Verdickungen des Wandsaumes, welche den dickeren centralen Theilen der Spindelelemente der Gefässwand entsprechen. e Dünnere Stellen des Saumes, welche den dünneren peripherischen Theilen der Spindelelemente entsprechen. b Theilung eines Spindelelementes. B Das Gefäss A nach dem Electrisiren: Verengerung des Lumens, Auftreten der Gefässkerne.

Fig. 2. Ein Capillargefäss aus der Schwimmhaut des Frosches, nachdem das Präparat einige Zeit unter dem Mikroskope gelegen hat. c Spindelelemente der Gefässwand von der Fläche gesehen.

Fig. 3. Ein Capillargefäss aus der Nickhaut. Das Präparat lag längere Zeit unter dem Mikroskope. c Spindelelemente von der Fläche gesehen.

Fig. 4. Ein Capillargefäss aus der Nickhaut nach elektrischer Reizung. Veränderung der Spindelelemente. a Centraler blasser Theil der Spindel (Kern) mit zerstreuten glänzenden Körnchen im Innern. b Schicht der glänzenden Substanz, welche den centralen Theil umgiebt und denselben von der hyalinen Substanz der Zwischenräume c abtrennt.

Fig. 5. Kerngruppe aus einem Capillargefäss der Nickhaut nach elektrischer Reizung. Verschiedene Stadien der Umwandlung der Spindelelemente. Bei b sind die Elemente noch sehr wenig verändert. d Andeutungen der Grenzen zwischen den einzelnen Spindeln.

Fig. 6. Ein Capillargefäss aus der Nickhaut. An der linken Seite der Gefässwand (A) Theilung einer Spindel. An der rechten Seite der Gefässwand (B) die Veränderungen der Spindel nach dem Elektrisiren.

Fig. 7. Die rechte Seite (B) desselben Gefässes 25 Minuten nach der elektrischen Reizung. Erholung der Spindelelemente.

Fig. 8. Schematische Darstellung der Capillargefässmembran. Die Pfeile g—g zeigen die Richtung des optischen Längsschnittes. Auf der linken Seite neben einander liegende Spindelelemente im frischen Zustande. c. Anfang der Umwandlung, welche zum Auftreten der Spindel der Gefässkerne führt. Auf der rechten Seite spätere Stadien dieser Umwandlung. d Durch Silber darstellbare Grenzen zwischen einzelnen Spindelelementen. f. Theilung der Spindel. g. Nebeneinanderwachsen der Spindelhälften.

Fig. 9. Doppelte Spindel in einem Capillargefässe der Nickhaut.

Fig. 10. Uebergangsgefässe. a Eine innere längsliegende Spindel. b Aeussere querliegende Spindeln.

Fig. 11. Veränderungen der äusseren Spindeln desselben Gefässes nach dem Elektrisiren.

Fig. 12. Ein aus der Wand eines fertigen Gefässes herausgetretener Gefässspross. a. Uebergang der soliden Basis des Sprosses in die Wand des Muttergefässes. b. Noch wenig ausgeprägte trichterförmige Erweiterung der Basis des Sprosses. c. Solider Theil des Sprosses.

Fig. 13. Derselbe Spross nach einiger Zeit. In Folge des Fortschreitens der Masse des Sprosses ist die Basis seines soliden Theiles von der Wand des Muttergefässes (b) mehr entfernt; darum ist der zwischen der Basis des soliden Theiles und der Wand des Muttergefässes befindliche röhrenförmige Theil des Sprosses (a c) grösser geworden.

Fig. 14. Vereinigung zweier auf einander getroffener Sprossen in eine Schlinge.

Fig. 15. Ein neugebildetes Gefäss mit einer Zacke a (Anfang des Sprosses). c. Dotterkörnchen in der Masse schon zur Schlinge vereinigter Sprossen.

Fig. 16. Blindsackförmige Endigung eines Capillargefässes im Schwanzsaume einer Froschlarve.

Fig. 17. Sehr früh in den Schwanzsaum hineingetretener Gefässspross.

Fig. 18. Veränderung der Wand eines neu gebildeten Capillargefässes nach der elektrischen Reizung. Körnig gewordene Wandsubstanz ungleichmässig vertheilt. b. Eine Ansammlung von Dotterkörnchen.

Fig. 19. Ein neugebildetes Gefäss. b. Spindelförmige Anhäufung der Wandsubstanz. c. Ansammlungen der Wandsubstanz, welche eine unregelmässige Form haben, und welche durch Aeste (e) sich mit einander verbindend ein undeutliches Netz bilden.

Fig. 20. Die Stelle c desselben Gefässes nach $^{1}/_{2}$ Stunde Formveränderungen der Anhäufungen der Wandsubstanz. Bildung der ersten Spindeln c.

Fig. 21. Ein Capillargefäss (einer älteren Larve) aus einem mit Silberlösung behandelten Stücke des Schwanzes.

Fig. 22, 23, 24, 25, 26 u. 27 Entwicklung der Gefässe in dem Schwanzsaume der Froschlarve.

Fig. 22. Bildung der Gefässschlinge. Bei e u. d Dotterkörnchen.

Fig. 23. Dieselbe Stelle nach 8 Stunden. Der in Folge der Verbindung der Gefässsprossen entstandene solide Strang ist kürzer (u besonders in der Mitte) und dicker geworden.

Fig. 24. Der sehr verkürzte und verdickte mittlere Theil einer sich bildenden Gefässschlinge stellt noch einen soliden Pfropf dar.

Fig. 25. Dieselbe Stelle nach $1^{1}/_{4}$ Stunde; der Pfropf ist in der Mitte schon durchgängig geworden; seine Masse sammelt sich gegen seine Peripherie d—d.

Fig. 27. Endliches Resultat desselben Prozesses. In der Wand des jetzt vollkommen durchsichtigen Gefässröhrchens zwei gegenüber liegende spindelförmige Anhäufungen a b.

Fig. 28. Dieselbe Stelle nach der elektrischen Reizung.

Fig. 29. Schematische Darstellung des Ganges der Anschwellung der Grundsubstanz des Froschlarvenschwanzes vor dem Auftreten der Gefässe.

Der Schwanz von der Seite gesehen. a. In der Schwanzaxe befindliche Gefässschlinge. Die Linien c d e g stellen die allmälig fortrückende Grenze der Anschwellung der Grundsubstanz dar. b und f Die zur Bildung einer ersten Gefässschlinge aufeinander treffenden Gefässsprossen.

Fig. 30. Ein neugebildetes Gefäss. a b. Theilung der Spindel.

Fig. 31. Ein Gefäss im Schwanze einer Larve, die schon hintere Extremitäten hat. (Das Präparat hat einige Zeit unter dem Mikroskope gelegen.) a und b Zwei sich theilende Spindeln. d Eine Spindel in der Mantelfläche des Gefässes undeutlich gesehen. e Zwei rothe Blutkörperchen im Innern des Gefässes.

Fig. 32. Veränderungen der sich theilenden Spindeln der vorigen Figur (a b) nach elektrischer Reizung.

Fig. 33. Capillargefässe einer älteren Larve.

Fig. 34. Dieselbe Stelle nach dem Zusatze verdünnter Essigsäure.

Fig. 35. Capillargefäss einer älteren Larve.

Fig. 36. Neugebildetes Capillargefäss einer jüngeren Larve.

Fig. 37. Lymphgefäss im Larvenschwanze.

Fig. 38. Die Stelle a desselben Gefässes nach 10 Minuten.

Berichtigung: In Fig. 20 fehlt auf der Tafel der Buchstabe c entsprechend c Fig. 19. In Fig. 31 sollen die Contouren der Spindel d nach oben über das darunterliegende Blutkörperchen e fortgesetzt gezeichnet sein.

Untersuchungen über die Entwickelung des bombinator igneus.

Von

Dr. A. Goette.

Hierzu Taf. VI und VII.

Die folgenden Mittheilungen sollen die Grundzüge der Entwickelung in den Eiern und Larven des bombinator igneus darstellen. Die Ausbildung der äussern Form konnte übergangen werden da sie durchaus mit derjenigen des Frosches übereinstimmt, welche bereits aus klassischen Arbeiten bekannt ist. Ich beschränkte mich also auf die innere Untersuchung, deren Befunde gelegentlich an entsprechenden Zuständen von rana esculenta, triton taeniatus, salamandra maculata geprüft und bestätigt wurden. Daher glaube ich, dass die am bombinator igneus gefundenen Thatsachen sich direkt werden vergleichen lassen mit den frühern Angaben über die Entwickelung von Batrachiern, namentlich des Frosches.

I. Das Ei und die Keimblätter.

§ 1.

Ich gehe von dem Zeitpunkte aus, in welchem die Furchung bereits ein chagrinartiges Aussehen der dunklen Dotteroberfläche hervorgebracht hat. In der obern Halbkugel des Eies befindet sich alsdann die Keimhöhle, beiläufig von der Gestalt einer biconvexen Linse (Fig. 1). Ihre gewölbte Decke besteht aus mehrfach geschichteten braunen Kügelchen, welche sich durch Zwischenstufen an die grössern hellen Dotterstücke im dicken Boden der Keimhöhle anschliessen. Während die Zellenbildung ihrer Vollendung entgegengeht, erstreckt sich die Zone jener kleinen Elemente, welche die

extremen Formen der obern und untern Halbkugel verbindet, abwärts über den Aequator hinaus (Fig. 2); noch sind aber weder an der Peripherie, noch im Innern des Dotters wirkliche Grenzen differenter Theile sichtbar. Darauf bildet sich längs des untern Randes jener Zone eine sichelförmige Furche (Rusconischer After), welche sich unter der Oberfläche des Eies erweitert (Fig. 2, 3). Sobald diese Bildung begonnen hat, sondert sich von dort aus, wo die Decke der Keimhöhle den Boden derselben berührt, die braune Rinde des Eies als unmittelbare Fortsetzung jener Decke von dem darunterliegenden hellen Dotter ab und recht alsdann bis zum Rande des Rusconischen Afters. Die von letzterem ausgehende breite Spalte verläuft concentrisch mit der Oberfläche des Eies durch den weissen Dotter, sodass ein Theil desselben hautartig an der braunen Rinde haften bleibt und nur am Rande mit der übrigen kugeligen Dottermasse zusammenhängt (Fig. 6). Während die Rusconische Spalte sich zuerst an ihrem blinden Ende aufbläht und so zur Höhle wird, erweitert sie sich auch in der entgegengesetzten Richtung dadurch, dass ihr Dach abwärts wächst; wie denn auch der sichelförmige Rand desselben sich zu einer Kreisfalte vervollständigt, welche sich stetig zusammenzieht. — Unterdess offenbart sich eine zweite Sonderung in der Dottermasse. In der hautartigen Decke, welche die Rusconische Spalte vom weissen Dotter abhob, lässt sich alsbald eine dickere kleinzellige Schichte, welche unmittelbar an die braune Rinde stösst und von der früher erwähnten Zone abstammt, und eine die Höhle auskleidende einfache Lage grosser weisser Dotterzellen unterscheiden (Fig. 3). — Nunmehr ist die Decke der Rusconischen Höhle aus drei gesonderten Blättern zusammengesetzt, wovon das äussere und das mittlere gegen den Rusconischen After hin sich ansehnlich verdicken, in entgegengesetzter Richtung aber in kürzester Zeit bis auf zwei Lagen abnehmen (Fig. 4). Das innerste Blatt bleibt eine einfache Zellenlage.

Bis zum Erscheinen der Rusconischen Spalte nimmt die Keimhöhle um ein Mehrfaches zu, indess die Mächtigkeit ihrer Decke sich bedeutend verringert. Sowie das blinde Ende der Rusconischen Spalte bis in die Nähe der Keimhöhle vorgedrungen, beginnt die letztere zu schwinden. Doch ziehen sich ihre Grenzen nicht allseitig zusammen, sondern nur dort, wo die Spalte vorrückt, indess auf der entgegengesetzten Seite der Abstand zwischen Keimhöhle und Rusconischem After unverändert bleibt (Fig. 3, 4, 5). Offenbar be-

ruht also das Schwinden der Keimhöhle darauf, dass ein Theil ihres Bodens durch jene fortschreitende Spaltung von der übrigen Masse des weissen Dotters stetig abgehoben und der Decke angefügt wird.

Ist die Keimhöhle endlich ganz geschwunden, so sind die Grundanlagen des embryonalen Körpers geschaffen (Fig. 5). Die Rusconische Spalte ist die Darmhöhle, ihre Decke der Rücken, ihr Boden der Bauch des Embryo. Der letztere besteht aus denselben drei Schichten, welche am Rücken unterschieden wurden und deren Sonderung von dort aus über das ganze Ei sich verbreitet. Abweichend ist nur die Mächtigkeit der innersten Schichte, welche am Bauche eine solide kugelige Masse darstellt, den Rest des ursprünglichen hellen Dotters. Jene Schichten sind die bekannten drei Keimblätter.

Schematisch könnte das bisher Besprochene etwa folgendermassen dargestellt werden. Die erste morphologische Sonderung im Ei des bombinator igneus ist ein Hohlwerden der soliden Dotterkugel; ein Theil ihrer Wand stülpt sich darauf ein, legt sich an die gegenüberliegende an, wodurch die ursprüngliche Höhle schwindet; indem endlich die Mündung der Einstülpung verwächst, sind zwei concentrische, in ihrem Umfange zusammenhängende Keimblasen entstanden. Die äussere ist das Sinnesblatt, die innere zerfällt in das mittlere Keimblatt und das Darmblatt, welches durch eine einseitige Verdickung (Dotterkern, Drüsenkeim Remak) die Blasenform beeinträchtigt.

Weder lag es in meiner Absicht, noch gestatten es die Grenzen dieses Aufsatzes, die ganze Litteratur über die Embryologie der Batrachier zu besprechen. In Remak's »Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere« sind ohnehin die ältere Werke hinlänglich berücksichtigt. Da mir überdies die neueren Arbeiten nur theilweise zur Hand waren (z. B. die Aufsätze von Stricker), so beschränke ich mich hauptsächlich auf Bemerkungen über Remak's Angaben, welche im Wesentlichen noch anerkannt werden.

In Betreff der ersten Entwickelungsvorgänge gehen Remak's Angaben und die meinigen ziemlich auseinander. Ich hebe hier die wichtigsten Differenzen hervor. Remak behauptet, dass die braune Decke der Keimhöhle (Furchungshöhle R.) die Anlage für das obere und für das mittlere Keimblatt enthalte, dass also ausser ihrer Fortsetzung im Rücken nur noch eine einfache Zellenlage, das Darm-

blatt, vorhanden sei (a. a. O. S. 140, 181. Taf. XII Fig. 1—6). Ich habe stets jene Decke in schärfster Abgrenzung blos in das Sinnesblatt der Rückenwand übergehen und das mittlere Keimblatt ebenso deutlich aus dem weissen Dotter entstehen sehen. — Ferner hat Remak (a. a. O. S. 142) die Bildung der Darmhöhle richtig erkannt, aber dieselbe als zum Theil vergänglich, als blos vorläufige (primitive) Nahrungshöhle geschildert (a. a. O. S. 145, 159, 160). Ich werde weiterhin zeigen, dass die ganze Rusconische Höhle sich in den bleibenden Darmkanal verwandelt, also keine vergängliche oder vorläufige Bildung ist.

II. Der Rücken.

§ 2.

Die im Anfange ihrer Bildung verhältnissmässig dicke Rückenwand verliert, während sie sich verlängert, an Mächtigkeit, indem sowohl das Sinnesblatt wie das mittlere Keimblatt ihre Zellen in je zwei einfache Lagen vertheilen. Dies findet jedoch keine Anwendung auf die hintersten Theile: hier, im Rande des Rusconischen Afters, erhält sich die ursprüngliche Dicke, sodass er wulstförmig erscheint (Fig. 5). Und entsprechend der Wahrnehmung, dass die Innigkeit des Zusammenhanges von Sinnes- und Mittelblatt von vorne nach hinten zunimmt, reicht auch ihre Sonderung nur bis zum Afterwulste; in demselben fliessen sie zusammen (Fig. 7). So lange nun der Rusconische After ringförmig offen steht, ist diese Verschmelzung am Ende der Rückenaxe relativ breit; zieht sich jener von beiden Seiten spaltartig zusammen, so wird sie natürlich ebenfalls schmäler, leistenartig. Diese Leiste sondert sich zunächst innerhalb des mittleren Keimblattes gegen dasselbe ab und ist dann für die Wurzel der Chorda anzusehen, welche mit dem Sinnesblatte noch ohne Grenze zusammenhängt (Fig. 8). Die genannte Sonderung schreitet ziemlich schnell in der Rückenaxe fort und dort, wo die Keimblätter dünner und vollständig getrennt sind, ist als Fortsetzung der leistenartigen Chordawurzel ein rundlicher Strang sichtbar, welcher über dem Kopfende der Darmhöhle sich verliert. Hier wird nämlich der helle Dotter, aus welchem die beiden untern Keimblätter hervorgehen, so dünn, dass die Zellen zur Bildung eines mittleren Keimblattes nicht vollständig reichen, und in der Mitte eine runde Lücke des letztern entsteht, wo das Sinnes- und das Darmblatt einander be-

rühren (Fig. 10). Es erhellt also, dass die Entwickelung der Chorda, an dieser Lücke angelangt, eine Grenze findet.

Auf die Bildung der Chorda folgt diejenige der Anlagen des Centralnervensystems. Bei der Zusammenziehung des Afterwulstes entsteht eine Rinne, welche aus dem obern Ende der Afterspalte entspringt und über der Chordawurzel das Sinnesblatt eindrückt (Fig. 8). Dass dieser winzige Anfang einer Primitivrinne eine unmittelbare Folge ist der Zusammenziehung eines kreisförmigen Wulstes zu Rändern einer Spalte, wird dadurch bestätigt, dass derselbe auch an der innern Seite, ferner sehr oft am entgegengesetzten Ende und sonst an seinem Umfange sich faltet[1]). Jedenfalls habe ich in der übrigen Rückenaxe vor der Bildung der Rückenmarksanlagen keine Rinne an der Oberfläche des Sinnesblattes gesehen. Wohl aber entsteht später und aus andern Ursachen eine solche im Anschlusse an jene unbedeutende Primitivrinne; desshalb übertrage ich auf sie die von Dursy (der Primitivstreif des Hühnchens S. 46) für das Hühnchen im Gegensatze zur Primitivrinne eingeführte Bezeichnung Rückenrinne. — Nachdem die Primitivrinne erschienen, führt die darauf folgende Entwickelungsstufe zwei neue Bildungen ein: die Medullar- und die Urwirbelplatten. Die ersteren bestehen zunächst in einer Verdickung der tiefern Lage des Sinnesblattes zu beiden Seiten der Rückenaxe, worüber die oberflächliche Lage noch unverändert hinzieht. Ein Anschwellen der die Chorda einfassenden Ränder des mittleren Keimblattes erzeugt die Urwirbelplatten. Die Verdickungen beider Blätter liegen übereinander, müssen also, wenn die Axengebilde im Zusammenhange bleiben, sich beiderseits über diese erheben und so die Rückenrinne bilden. — Die Besonderheiten der genannten Anlagen in den einzelnen Abschnitten des Rückens bedingen sich gegenseitig und sind folgende. Am Schwanzende waren die besprochenen Theile gleichsam vorgebildet in der Primitivrinne und dem Wulste (Fig. 8). Die Enden beider Medullarplatten fliessen hier zu einer zusammen; diese ist oben eingefurcht (Primitivrinne) und ruht in einer flachen Grube, deren Wände die entsprechend gebildeten Urwirbelplatten sind, wäh-

1) Man darf sich nur nicht jene Zusammenziehung blos mit dem Verschwinden des Dotterpfropfes von der Körperoberfläche zusammenhängend denken; er kann äusserlich noch als runde Scheibe sichtbar bleiben, während seine Basis zusammengeschnürt ist.

rend an ihrem Boden Medullarplatte und Chorda ineinander übergehen. Die Ablösung der Chorda an dieser Stelle geschieht viel später. — Im hintern Theile des Rückens besitzen die Medullarplatten einen nach unten vortretenden Bauch und verdünnen sich in der Rückenaxe, wo sie zusammenhängen (Fig. 11). Dem entsprechend enthält das mittlere Keimblatt, indem es gegen die Chorda allmählig an Mächtigkeit zunimmt, unter dem Bauche der Medullarplatten eine leichte Einsenkung und erhebt sich unmittelbar neben der Chorda zu einer mehr oder weniger ausgesprochenen Kante. Die Kanten beider Urwirbelplatten heben den dünnen Theil der Medullarplatten ins Niveau der übrigen Oberfläche; zwischen ihnen wird aber der Axentheil von der Chorda etwas tiefer festgehalten und es entsteht, wie schon erwähnt, die Rückenrinne. — Am Kopfende geschicht dies nicht, denn daselbst überragt die Chorda zuerst das einfassende Keimblatt mit einer dachähnlichen Erhebung, welche den darüberliegenden Theil des Sinnesblattes eindrückt und verdünnt (Fig. 9). Die innern Seiten der Urwirbelplatten erreichen aber später nur die Höhe der Chorda. Mit der Entfernung der flachen Bäuche der Medullarplatten von der Axe ist die Kopfanschwellung der künftigen Medullarröhre angedeutet, deren vorderer Abschluss durch das Zusammenfliessen der Medullarplatten in einem Bogen um die Chordaspitze angelegt wird.

Dursy hat zuerst beim Hühnchen nachgewiesen, dass vor der Bildung der Embryonalanlage am spätern Schwanzende eine längliche Verdickung (Primitivstreif) mit einer Längsrinne (Primitivrinne) erscheine, von wo aus zunächst die Chorda ihren Ursprung nehme und nach vorne hervorwachse. Auch beim Batrachier-Eie kann man ein Analogon jener Erscheinungen auffinden: jener Theil des Afterwulstes, welcher die Chordawurzel und die Primitivrinne enthält, ist eben ein äusserst kurzer, mehr in die Breite, als in die Länge ausgebildeter »Primitivstreif«. — Diese Zustände hat Remak nicht beschrieben; seine Mittheilungen über die Entwickelung des Rückens beginnen mit den Rückenwülsten (a. a. O. S. 146).

§ 3. Das Rückenmark.

Die Medullarplatten entstehen durch Zellenvermehrung in der tiefern Lage des Sinnesblattes. Die aufrecht stehenden Zellen der äussern Lage nehmen daran nicht Theil und bleiben zuerst davon

unberührt. Sobald aber die Rückenrinne erschienen ist, beginnen die in ihrem Bereiche bis ungefähr zur Mitte beider Medullarplatten gelegenen Zellen beider Lagen sich zu strecken und gegen die Axe zu neigen (Fig. 11). So entsteht an der Oberfläche der Medullarplatten eine Scheidung der äussern Lage in ein centrales Stück, welches sich der tiefern Lage anpasst und mit ihr alsbald verschmilzt, und die peripherischen Theile, welche ihr selbstständiges epithelartiges Wesen behalten. Am Rande jener Verschmelzung beider Lagen wirft nun die tiefere eine Falte auf, als wenn ihrer Ausbreitung gegen die Axe ein Damm gesetzt wäre (Fig. 34). Diese Falte, welche aus dem peripherischen Theile der ursprünglichen Verdickung hervorging, legt sich gegen die Axe um, und indem sie dadurch den darüberliegenden Theil der obern Lage zu einer gewölbten Decke erhebt, entsteht in gewisser Entfernung von der Medianlinie beiderseits ein Wulst (Rückenwülste Rem.). Die emporwachsenden Rückenwülste bilden die Kanten zweier nach unten offenen Flächenwinkel, deren Wände die Medullarplatten und die peripherischen Theile des Sinnesblattes sind, und welche von entsprechenden Erhebungen der Urwirbelplatten ausgefüllt werden. Indem die Winkel stetig spitzer, die ausfüllenden Kanten schärfer werden, bewegen sich die Medullarplatten um eine gemeinsame Axe gegen einander. Die vorgewölbten Rückenwülste hindern aber ein Zusammenfallen jener; indem sie sich berühren, sind die Medullarplatten zu einer Röhre umgebildet (Medullarröhre Fig. 35). Da aber die Rückenwülste vom epithelartigen Theile der obern Lage überzogen sind, so kann der Schluss des Rückenmarks erst erfolgen, wenn jene Theile sich von der Auskleidung der Röhre gelöst und in die Höhe gezogen haben. Weiterhin löst sich die ganze peripherische Fortsetzung des Sinnesblattes vom Rückenmarke ab und die gegenüberstehenden Ränder verwachsen wieder zu einem gleichmässigen Blatte, der Oberhaut (Fig. 16).

Der Unterschied von länglichen und runden Zellen, welcher schon in den horizontalen Medullarplatten auftrat (Fig. 11, 34, 35), erhält sich noch einige Zeit an der geschlossenen Rückenmarksröhre (Fig. 21, 12, 15). Die gestreckten Zellen bilden eine innere Schichte und stehen senkrecht zur Innenfläche des Rückenmarks; die runden umgeben sie von aussen. Wo das Rückenmark an die Urwirbel stösst, erfährt eine dünne, nach oben und unten zugeschärfte Lage seiner äussersten Zellen eine eigenthümliche Entwickelung. Die

Zellencontouren schwinden im Längsschnitte, im Querschnitte bleiben sie noch einige Zeit erhalten. Der frühere Zelleninhalt, Kerne und Dottertäfelchen, macht einem neuen Platz: nach aussen sieht die Zelle leer aus, nach innen sammelt sich in ihr eine unklare Masse, welche im Querschnitte fein punktirt, im Längsschnitte eben so fein und parallel zur Körperaxe gestreift erscheint (Fig. 45). Während diese streifige Masse zunimmt und endlich den ganzen Zellenraum erfüllt, schwinden auch die horizontalen Zellenwände, sodass die ganze Schichte zuletzt nur aus feinsten Fasern besteht (Fig. 18, 24, 27). Später breitet sie sich gegen die obere und die untere Mittellinie des Organs aus und wird zu den Rückenmarkssträngen. — Die Nervenfasern des Rückenmarks bilden sich also auf die Weise, dass die embryonalen Zellen zu Röhren verschmelzen, in denen der ursprüngliche Zelleninhalt in feinste Fasern zerfällt; zuletzt schwinden auch die Scheiden der Röhren, sodass alle Fasern ohne eine Spur der früheren Zellen neben einander liegen. — Die länglichen, die runden Zellen und die Fasern sind vor dem Erscheinen der Extremitäten an der Larve zu gleicher Zeit sichtbar (Fig. 18). Später schwindet der Unterschied unter den Zellen des Innern und sie werden alle rund. — Aus der Zellenmasse oder der Anlage der grauen Substanz wachsen die Hörner in die von aussen angewachsenen Nervenwurzeln hinein.

Da die Zellen der Rinde in Fasern zerfallen, bevor noch eine Rückenmarkshülle vorhanden ist, und die letztere aus deutlichen Zellen zusammengefügt erscheint, so ist dadurch schon die Annahme unmöglich gemacht, dass das Rückenmark irgend welchen Theil seiner Hülle selbst bilde. Ueber das Bindegewebe und die Gefässe des Rückenmarks vgl. § 4.

Remak unterscheidet neben der Rückenrinne zwei breite Felder und als Einfassung derselben die Wülste (a. a. O. S. 146). Diese seien »die Anlage des Medullarrohrs«, während im Bereiche jener zwischen den Wülsten gelegenen Felder eine dünne Verbindungshaut der Medullaranlage vorhanden sein soll, welche allmählig schwinde, wenigstens sich verschmälere (S. 147). — Offenbar beruhen diese Angaben auf äusserlicher Untersuchung ohne Zuhülfenahme der innern, obgleich Remak selbst eine treffliche Erhärtungsmethode erfunden hatte. Man wird in dieser Annahme bestärkt, wenn man den § 29 (S. 148) liest. Hier sucht Remak nachzuweisen, dass die

Sonderung einer einfachen Fortsetzung des Sinnesblattes und der eigentlichen Medullarsubstanz in den Wülsten dadurch entstehe, dass die Urwirbelplatten in die letztere eindringen. — Remak hat also weder die eigentlichen Medullarplatten, noch die Art ihrer Umbildung zur Medullarröhre richtig erkannt.

Die Rückenmarksstränge sah Remak beim Hühnchen bandartig entstehen (S. 89), kannte aber ihre Umbildung aus den ursprünglichen Rindenzellen nicht.

§ 4. Die Urwirbel.

Die Urwirbelplatten entstehen im ganzen Rücken [1]) auf die Weise, dass in dem Rande des mittleren Keimblattes, welcher die Chorda einfasst, zwischen den zwei ursprünglichen Zellenlagen eine neue Zellenmasse sich ansammelt. Jedenfalls kann man deutlich erkennen, dass jene Zellenlagen wie durch einen Keil auseinandergetrieben die Rinde der Urwirbelplatten bilden (Fig. 34, 35, 16, 17). Während der Schliessung des Rückenmarks zerfallen die Urwirbelplatten senkrecht zum Rückenmarke, von vorn nach hinten fortschreitend, in eine Reihe gleicher Stücke, welche freilich noch mit den peripherischen Theilen des mittleren Keimblattes ohne Grenzen zusammenhängen, aber doch schon als Urwirbel bezeichnet werden können. Die Urwirbel haben im Querschnitte des Embryo beiläufig eine dreieckige Gestalt und sind vorn und hinten mit ihren Nachbarn trotz der Scheidung innig verbunden und daselbst zusammengezogen, sodass ihre äussere, innere und untere Flächen im Allgemeinen etwas convex sind (Fig. 24, 25). Ihre Breite nimmt in demselben Maasse zu als sich der Rumpf verlängert. — Die Rinde oder Hülse des Urwirbels liegt dem Kerne dicht an; nur wo ihr äusseres und unteres Blatt zu dem noch indifferenten Reste des Keimblattes (Seitenplatten Rem.) zusammentreten, erhält sich eine kleine Lücke zwischen ihnen und dem Kerne (Fig. 16, 17). Indem die Hülse des Urwirbels sich allmählig gegen die Seitenplatten abschnürt, wird der Urwirbel vollends gesondert und das mittlere Keimblatt ist dann in folgende Stücke vertheilt: 1. Chorda, 2. Urwirbel mit Kern und Hülse, 3. Seitenplatten.

---

1) Bis auf das Schwanzende, wo sie durch die ursprüngliche Verdickung des mittleren Keimblattes vorgebildet sind.

Die Zellen im Kerne der Urwirbel strecken sich parallel zur Chorda und wachsen aneinander vorbei, bis sie zuletzt ein Bündel von gleich langen Stäbchen bilden, deren vordere und hintere Enden sämmtlich in den entsprechenden Grenzflächen des Urwirbels liegen und mit denjenigen der daranstossenden Bündel innig verbunden sind (Fig. 24). Während einer nicht ganz geringen Dauer besitzen die stäbchenförmigen Zellen je einen Kern, welcher genau in der Mitte liegt, sodass die Kernzonen nach einer mässigen Karmintinktion als hochrothe Streifen erscheinen, welche die blassen Bündel von oben abwärts durchziehen. Die Bündel, in welche sich die Urwirbelkerne verwandeln, sind die Anlagen der Rumpfmuskeln; ihre Zellen werden zu je einem Muskelprimitivbündel, wie es Remak ausführlich beschrieben.

Die Hülsen der Urwirbel erfahren eine mannigfaltigere Umbildung. Das äussere Blatt sondert sich von den Muskeln, verbindet sich über dem Rückenmarke mit dem anderseitigen (membrana reuniens superior Rathke) und wuchert ferner zwischen Oberhaut und Seitenplatten abwärts (Fig. 12, 13, 15, 27). Daraus entsteht das Bindegewebe der cutis und der subcutanen Theile. Indem die Muskeln später in die Höhe wachsen und mit den obern Rändern sich gegeneinander neigen, schliessen sie zwischen sich und dem Rückenmarke einen Theil jener membrana reuniens ein, welcher aber weder an der Bildung der Rückenmarkshülle, noch der Wirbelsäule theilnimmt (Fig. 13, 27, 18). — Von der Grenze des untern und innern Blattes gehen Brücken zu einem Strange, welcher sich indessen vom Darmblatte abgelöst hat und an der Chorda haftet (Axenstrang des Darmblattes, vgl. § 10); sie umspinnen ihn später und verbinden sich dabei mit den anderseitigen (Fig. 12). Dieses Gewebe besteht gleich im Anfange seiner Entstehung aus länglichen, mit Ausläufern versehenen Zellen, welche netzförmig mit einander verbunden sind, sodass ihre weitere Umbildung zur bindegewebigen Decke des spätern Retroperitonealraums nicht zweifelhaft bleiben kann. Dass aber die Chorda aus diesem Bindegewebe eine Scheide erhalte, konnte ich niemals sehen, da sie bis zum Erscheinen der Wirbel keine dickere Hülle erkennen lässt, als sie schon vor der Entwickelung jenes Bindegewebes besass und nirgends eine innige Verbindung mit der seitlichen Umgebung eingeht.

Das innere Hülsenblatt bildet sich zunächst an zwei Stellen aus. Dort, wo der Urwirbel einmal mit der Chorda und dem Darm-

blatte, und andererseits mit der Chorda und dem Rückenmarke dreiseitig prismatische Lücken einschliesst (Fig. 16), verdickt sich das Hülsenblatt derartig, dass es die Convexität der Fläche vermehrt und die Lücken verengt (Fig. 12). Was von den letzteren zwischen den obern und zwischen den untern Bäuchen je zweier benachbarten Urwirbel übrig bleibt, wird nunmehr durch Ausbuchtungen des Rückenmarks und des Darmblattes ausgefüllt (Fig. 24). Das ganze Blatt besteht aus Spindelzellen, welche längs der Kernzone des Muskelbündels zu einem zarten Strange und im obern Bauche zu einem spindelförmigen Körperchen sich ansammeln und verdichten (Fig. 25). So werden die Spinalganglien und -Nerven in einem Stücke innerhalb einer dünnen Membran angelegt, welche zuerst am betreffenden Muskelbündel haftet. Indem dieselbe aber ober- und unterhalb des Rückenmarks mit ihrem Gegenüber, nach vorn und hinten mit ihren Nachbarn verschmilzt, wird sie zur röhrigen Rückenmarkshülle (Fig. 13). Während dieses Vorgangs schmiegt sich das Ganglion dem Rückenmarke an und verwächst oben und unten mit demselben. Diese angewachsenen Zipfel ziehen sich in der Folge strangartig aus, der untere löst sich zudem bis zum Nervenstamme vom Ganglion ab und alsdann liegen die vordern und hintern Nervenwurzeln unverkennbar vor. — Während die Hülle mit den Rückenmarkssträngen in Berührung steht, wird ein Zusammenhang beider Theile angelegt, welcher bald darauf, wenn das Rückenmark im Wachsthum gegenüber der Hülle zurückbleibt, also zwischen beiden ein freier Raum entsteht, ersichtlich wird. Dann erscheint nämlich das Rückenmark wie mit Stacheln besetzt; die nähere Untersuchung ergiebt, dass diese feinen Stacheln langausgezogene Zellen sind, welche brückenartig die bindegewebige Hülle mit dem Rückenmarke verbinden, in das letztere eindringen und wahrscheinlich einzelne Zellen desselben zur Anpassung und Fortsetzung der zarten Röhre veranlassen. Denn ich sah im Anschlusse an die äussern dünnen Röhrchen, deren Abkunft durch die eingelagerten Kerne hinlänglich erklärt war, im Innern des Rückenmarks ähnliche Gebilde entstehen: zarte Röhrchen, deren Wände hier und dort durch Kerne aufgetrieben waren. Und da ich in der besprochenen Entwickelungsperiode innerhalb der feingefaserten Stränge verstreute Zellen antraf, welche offenbar von der centralen Zellenmasse aus einwandern, so zweifle ich nicht daran, dass jene Röhrchen oder die Capillaranlagen, ebenso wie alle übrigen

bindegewebigen Theile in der Substanz des Rückenmarks von den ursprünglichen Zellen der Medullarplatten abstammen.

Die untern Bäuche des innern Hülsenblattes bilden sich zum sympathischen Nervensysteme aus, die untern Hülsenblätter zu dem zwischen Muskeln und Peritonäum gelegenen Bindegewebe. Doch halte ich es für zweckmässiger, die Entwickelungsgeschichte dieser Theile in einen spätern Abschnitt einzuschalten, wo der ganze Retroperitonealraum besonders abgehandelt wird.

Remak sagt von den Urwirbeln, dass sie »zunächst bloss die Anlage der Wirbelmuskel sind« (S. 154). Unter dem Rückenmarke sollen sie durch eine die Chorda umhüllende Membran verbunden sein, welche »die Anlage der Aorta sowie der Wirbelkörper enthält«. Ueber den Ursprung dieser Verbindung, sowie der Ganglien und Nerven theilt Remak nichts mit. Kurz, er hat die Hülsen der Urwirbel übersehen, also auch deren Umbildung zu Nervensubstanz und Bindegewebe nicht erkennen können. Daher rührt auch die irrige Angabe, dass die Cutis von der äussern Lage der Seitenplatten abstamme (S. 155), welche desshalb »Hautplatte« genannt wird.

§ 5. Die Chorda.

Zur Zeit, wann die Urwirbelplatten in Urwirbel zerfallen, zeigen die Zellen der Chorda im Querschnitte eine durchaus runde, im Längsschnitte eine stäbchenförmige Gestalt (Fig. 16, 21); mit andern Worten, sie sind dünne Scheiben, welche gedrängt liegen. Ihre weitere Umwandlung beginnt vorne — wie alle Entwickelungsvorgänge im Rücken, nachdem die Grundanlagen gegeben sind — und schreitet nach hinten fort. In jeder Zelle sammelt sich eine klare Flüssigkeit an, drängt den frühern Inhalt, Kern und Dottertäfelchen, an die Wand und bläht die ganze Zelle auf (Fig. 14). Dadurch, dass die dünnen Scheiben sich in grössere Kugeln verwandeln, muss die ganze Chorda an Länge zunehmen; und bemerkenswerth ist es, dass diese Längenzunahme genau mit dem Wachsthum des ganzen Rükkens übereinstimmt. Da die Dottertäfelchen allmälig schwinden und die Zellmembranen mit einander verschmelzen, so besteht die Chorda endlich aus einem dünnwandigen Fächerwerke mit einem klaren, flüssigen Inhalte, welcher aber bald gallertig wird. — Die glatte Oberfläche der Chorda wird von den nach aussen sehenden,

an den Rändern mit einander verschmolzenen Flächen der Zellmembranen gebildet. An der Innenseite dieser Hülle erhalten sich die Kerne der dazu gehörigen Zellen, während dieselben im Innern über eine gewisse Zeit hinaus nicht mehr sichtbar sind [1]).

Kurz bevor die Extremitäten zu sprossen anfangen, bemerkt man nach innen von der Oberfläche der Chorda statt jener sparsamen Kerne (von 0.006—0.01 mm. Durchmesser) eine dichtere Lage von länglichen Körperchen von 0.015—18 mm. Durchmesser (Fig. 19a). Sie sind äusserst zart und von homogener Beschaffenheit, so dass sie erst nach energischer Karmintinktion als rosafarbene Flecken auf dem ungefärbten Gallertgewebe der Chorda hervortreten [2]). Zwischen je zwei Spinalganglien, also der Grenze zweier Muskelbündel entsprechend, sammeln sich jene Körperchen und zugleich die gallertige Masse an und erheben die Oberfläche der Chorda zu runden Höckerchen. Anders gesagt, es treibt die Chorda an den bezeichneten Stellen kleine Sprossen, welche von den Körperchen mässig angefüllt sind (Fig. 32). Indem die Sprossen zwischen Muskeln und Rückenmarkshülle auf- und auswärts wachsen und in stumpfe Spitzen auslaufen, grenzt sich ihre Masse gegen das innere Fächerwerk der Chorda mit einer convex vorspringenden Fläche ab. Jetzt unterscheidet man an einzelnen Körperchen einen dunklen Punkt, um welchen sich ein verhältnissmässig breiter, heller Saum bildet, dessen Grenzen jedoch erst allmälig hervortreten (Fig. 19b). Indem diese Beschaffenheit der Körperchen immer allgemeiner wird, und endlich ein scharfer Contour und ein granulirtes Aussehen dazu kommen, erscheinen sie als vollkommene Zellen mit Membran, Kern und Kernkörperchen (Fig. 20). Zugleich zeigen

---

1) Da sie bei salamandra und triton noch lange nach der Entwickelung der Wirbel deutlich zu sehen sind, so entsteht die Frage, ob sie beim bombinator igneus nicht bloss der zunehmenden Zartheit wegen sich dem Blicke entziehen.

2) Bei salamandra und triton erscheinen sie höchst fein punktirt, waren aber eben so wenig wie beim bombinator igneus von einer Linie contourirt, sondern nur durch den Rand ihrer Substanz von der Umgebung unterschieden. Auch sah ich sie daselbst gegen das Innere der Chorda ohne irgend eine gemeinsame Grenze je nach der verschiedenen Gestalt mehr oder weniger vorspringen, während nach aussen die ursprüngliche, unmessbar feine Chordahülle eine scharfe gemeinsame Grenze lieferte.

sich Unterschiede in der Gestalt derselben. An der ganzen Oberfläche der Chorda, also auch ihrer Sprossen und ebenso an der convexen Basis der letztern werden die Zellen gestreckt (Fig. 19 c. 20 a.), im Innern der Sprossen rundlich. Wo sie länglich, spindelförmig sind, entsteht alsbald ein gefasertes Gewebe, so dass, wenn man die früheren Stadien nicht sah, die Auffassung Platz greifen könnte, als wären jene Sprossen ausserhalb der Chorda entstanden, da sie auf einer geschlossenen, faserigen Scheide derselben aufsitzen. — Mit den Sprossen wachsen auch ihre Zellen und deren Kerne (bis zu 0.01 mm. Durchmesser), welche sich bisweilen verpoppeln und dadurch eine Zellentheilung anzudeuten scheinen (Fig. 20). Darauf entstehen feste Kapseln um die Zellen in einem solchen Abstande, dass die dadurch neuentstandenen Körperchen einander berühren (Fig. 28a). Hierbei schrumpft die Zellenmembran, indem sie sich theils den runden Kernen anschmiegt und theils zusammenfällt; zuletzt scheint sie ganz zu schwinden, während zwischen den Kapseln eine besondere Zwischensubstanz erscheint (Fig. 28b). Nunmehr ist die knorpeliche Beschaffenheit der Sprossen oder der Anlagen der Wirbelbogen nicht zu verkennen (Fig. 43). Die Kapseln mit den Kernen der geschrumpften Zellen sind die Knorpelzellen, aus der umschliessenden undurchsichtigen Zwischensubstanz bilden sich die Knorpelkapseln. — Die Wirbelbogen sind also wirkliche Auswüchse der Chorda, hervorgegangen aus einer Zellenschichte, welche als Chordascheide aufgefasst werden kann. Nur ist festzuhalten, dass diese Scheide sich nicht von aussen anlegt, sondern innerhalb der ursprünglichen Chordasubstanz entsteht.

Die länglichen Zellen der Chordascheide überziehen einmal die ganze Oberfläche der rudimentären Wirbelsäule in dünner Schichte; hieraus werden wahrscheinlich die faserigen Gewebe des Periosts und der Bänder. Ferner bilden sie dickere Streifen zwischen den Basen je zweier auf einander folgender Wirbelbogen und erhalten daselbst auch Kapseln, welche aber schmächtig sind und den eingeschlossenen Zellen dichter anliegen (Fig. 43). Dort, wo die untern Ausläufer der Spinalganglien die Grenze der spätern Wirbel andeuten, verdicken sich jene Knorpelstreifen gegen das Innere der Chorda; diese Verdickungen umgreifen rasch nach auf- und abwärts den Umfang der Chorda, verbinden sich mit den anderseitigen und bilden dann dicke Ringe, welche die noch unveränderten Centraltheile der Chorda stark einschnüren (Fig. 44). Dies sind die Intervertebral-

knorpel, deren Umbildung zu den Zwischenwirbelgelenken und andern Theilen erst nach der Larvenzeit beginnt (vgl. Gegenbaur Ueber Bau und Entwickelung der Wirbelsäule bei Amphibien u. s. w.). Die bemerkenswerthe Thatsache, dass das gallerterfüllte Fächerwerk der Chorda zuerst nicht im Bereiche der künftigen Wirbelkörper, sondern durch die Intervertebralknorpel zusammengeschnürt wird, hat bereits Gegenbaur beobachtet (a. a. O.).

Viel später erst entstehen die Wirbelkörper, indem die Knorpelsubstanz an den Basen der Wirbelbogen sich auf- und abwärts und auf Kosten des innern Chordarestes auch in die Tiefe ausbreitet.

Ebenso wie die Wirbelbogen aus der Chorda, sprossen auch die Gelenkfortsätze aus jenen hervor. Die länglichen freien Zellen der Oberfläche vermehren sich an einer Stelle und bilden einen kleinen Kegel (Fig. 43), in dessen Centrum die Zellen rund werden und endlich durch Entwickelung von weiten Kapseln in Knorpelelemente übergehen. Die genannten Fortsätze erscheinen zuerst verhältnissmässig hoch über den Wirbelkörpern; später wird die bleibende Stellung dadurch erreicht, dass die Wirbelbogen sich bedeutend verlängern, die Wirbelkörper an Umfang zunehmen, die Wurzeln der Fortsätze jedoch nicht von der Stelle rücken.

Die hierher gehörigen Citate verschiebe ich bis zum letzten Kapitel, welches die Schädelbildung behandelt.

§ 6. Der Retroperitonealraum und das Uro-Genitalsystem.

Indem die Seitenplatten sich von den Urwirbeln trennen, verbinden sich ihre beiden Lagen längs der neuen Grenze zu einer Falte (Fig. 16. 17). Während diese Falten von beiden Seiten zwischen den Urwirbeln und dem Darmblatte stetig zwischen die Medianebene des Körpers vordringen (Fig. 12. 13), trennen sich die einander berührenden Flächen beider Blätter der Seitenplatten und umschliessen alsdann die Rumpfhöhle, deren Bildung aber in der Umgebung des Herzens beginnt (siehe § 9). Remak nennt das äussere Blatt »Hautplatte«, das innere »Darmfaserplatte«. Weil aber jenes mit der Haut nichts zu thun hat, dieses ausser seiner Theilnahme an der Bildung vieler Eingeweide gewisse Organe selbstständig bildet, unterscheide ich das innere Blatt als viscenales

vom äussern Parietalblatte. Dieses letztere bildet frühzeitig den Urnierengang, welcher mit seinem Mutterboden nach innen vorrückt, so dass er bald unter den Muskeln liegt. Alsdann kann man denjenigen Theil des Parietalblattes, welcher von der Haut schräg nach innen zieht, aus Analogie mit andern Wirbelthieren Mittelplatte nennen (Fig. 13); wobei nur zu bemerken wäre, dass dieselben nicht aus der Falte der Seitenplatten hervorgegangen, sondern ein schon früher bestandener und nur nach innen vorgerückter Theil des Parietalblattes ist. Im Uebrigen ist das letztere als Anlage des parietalen Peritonäums anzusehen, da die Cutis vom Hülsenblatte abstammt, die seitlichen und die Bauchmuskeln aber ebenso wie bei andern Wirbelthieren eine Fortsetzung der Rückenmuskeln sind. — Bevor die Falten der früheren Seitenplatten oder die innern Ränder der Mittelplatten beim steten Vorrücken gegen die Medianebene über dem Darme zusammenstossen, hat das Visceralblatt in seinem oberen Theile die Bildung des übrigen Uro-Genitalsystems eingeleitet. Diese Anlage sitzt später an der Gekrösewurzel, woraus zur Genüge erhellt, dass das Gekröse nicht aus den Mittelplatten, sondern aus dem Visceralblatte hervorgeht.

Der Retroperitonealraum entsteht nun dadurch, dass die Hülsenblätter durch ihre Erzeugnisse das Gekröse mit dem Uro-Genitalsystem immer mehr von der Wirbelsäule entfernen und den neuentstandenen Raum zugleich ausfüllen.

Der Urnierengang liegt bei ganz jungen Larven zwischen dem Parietalblatte und der Haut, dicht unterhalb der Urwirbel und läuft hinter den Kiemen mit einem nach vor- und rückwärts gekrümmten Ende aus. In seiner ganzen Länge entsteht der genannte Gang durch eine fortlaufende Ausbuchtung des Parietalblattes, so dass die Rinne nach innen, die convexe Wandfläche nach aussen sieht (Fig. 12. 15). In der Folge schliesst sich die Rinne zu einer Röhre, welche darauf sich vom Parietalblatte löst (Fig. 27) und am vordern Ende unter schneller Längenzunahme sich zu einem Knäuel aufwickelt. Dieser Knäuel oder der Wolff'sche Körper (nach J. Müller) soll bei gewissen andern Batrachiern durch eine Quaste vertreten sein. Am Schwanzende, wo die Seitenplatten neben dem Urnierengange ungetrennt bleiben, verbindet sich derselbe mit dem hintern Ende der Darmhöhle (Kloake). In viel späterer Zeit atrophirt der Knäuel, während der ursprünglich gestreckte Theil sich in seinem Verlaufe zu krümmen beginnt.

Sobald der Knäuel sich zu bilden angefangen, bemerkt man an dem gegenüberliegenden Visceralblatte eine Falte, welche in die noch spaltartige Rumpfhöhle vorragt und dem Urnierengange parallel verlaufend gegen die Mitte des Rumpfes sich verliert (Fig. 15). Die Basis dieser Falte verdünnt sich alsbald zu einem kurzen Gekröse, welches zur Wurzel des unterdess gebildeten Mesenteriums hinaufrückt; die Falte wird dadurch zu einem länglichen Körperchen, dessen Zellen so sehr den Blutkörperchen gleichen, dass man geneigt sein möchte, auf dem Querschnitte das betreffende Bild auf ein Gefäss zu beziehen. Erst aus der Untersuchung von verschiedenen Seiten her erhellt, dass jenes Körperchen dasselbe ist, welches schon J. Müller neben dem Wolff'schen Körper bemerkte und welches Remak nach dem Vorgange Bidders für einen Malpighischen Knäuel erklärte (a. a. O. S. 155). Später zieht sich das Organ zusammen, zeigt bisweilen einen knäuelartigen Bau, besteht aber zur Zeit, wenn das Vorderende des Urnierenganges zu schwinden beginnt, aus atrophischen Zellen ohne bestimmte Gruppirung.

Durch die in der halben Körperhöhe stattfindenden Umbildungen des mittleren Keimblattes wird der obere Theil der Darmblattröhre zusammengedrückt, so dass er zwischen den noch nicht vereinigten Mittelplatten als runde Leiste nach oben vorragt (Fig. 17. 12. 13. 15). Zu beiden Seiten desselben zeigt sich nun eine Lücke, welche unten von der Mittelplatte, nach aussen und oben vom untern Hülsenblatte und nach innen vom Darmblatte begrenzt wird (Fig. 13). Doch nur im vordersten Abschnitte des Rumpfes sind die Lücken oder die Anlagen der Aorten getrennt; im übrigen Verlaufe fliessen sie zwischen dem Darmblatte und seinem Axenstrange zum unpaaren Aortenstamme zusammen. Vom untern Bauche des Hülsenblattes wächst nun eine dicke Leiste als untere Einfassung der Lücke über die Mittelplatten nach innen; an dieser Leiste entlang wuchert von der schon erwähnten bindegewebigen Decke des Retroperitonealraums eine Membran abwärts und umschliesst die Lücke als Gefässwand (Fig. 27). Doch sah ich schon vorher Blutkörperchen im Lumen, so dass an der Aorta ebenso, wie es später von andern Gefässen nachgewiesen werden soll, das Blut vor der Gefässwand vorhanden ist (Fig. 13). Ferner kommen die Blutzellen nicht etwa alle aus den schon vorhandenen Gefässen her, sondern entstehen zum Theil aus kurzen Fortsätzen des Axenstranges, welcher dieselben vor der Bildung der obern Gefässwand ins Lumen treibt (Fig. 14).

Ich hole jetzt die Entwickelungsgeschichte des Sympathicus nach. Die untern Bäuche des Hülsenblattes, aus denen er entsteht (Fig. 12. 25) gleichen darin den obern, dass sie ebenfalls Ganglien bilden und auf jeder Seite der Chorda zu einem Streifen zusammenfliessen (Fig. 33). Während jedoch die zwischen den Spinalganglien liegende Membran zur Rückenmarkshülle wird, ist in dem analogen Theile der Sympathicusanlage eine ursprüngliche Verbindung der Ganglien gegeben (Grenzstrang). Ferner sind dieselben weder in ihrer Zahl, noch in ihren Ausläufern zu den Eingeweiden so regelmässig wie die Spinalganglien. Die sympathischen Nerven gehen wie die spinalen aus länglichen Zellen hervor, welche zu einem Strange zusammentreten und sich allmälig in Fasern auflösen, wie es schon von den Nervenfasern des Rückenmarks nachgewiesen wurde. — Dort, wo die Hohlvene die Gekrösewurzel erreicht, wuchern die beiderseitigen Sympathicusanlagen abwärts und bilden durch ihre Vereinigung ein Ganglion, welches durch seine Mächtigkeit alle anderen weit übertrifft und dem Kopfende der unterdess entstandenen Geschlechtsdrüsen an Grösse gleichkommt. Von diesem Ganglion aus, welches ich für das gl. coeliacum halte, wachsen die betreffenden Nervengeflechte in das Gekröse hinein. — Die Verbindungen des Sympathicus mit den Rückenmarksnerven sind nach dem früher Gesagten selbstverständlich in der Anlage gegeben, da beide Nervensysteme aus einem Blatte hervorgehen (Fig. 25). Daher bin ich der Ansicht, dass das ganze peripherische Nervensystem des Rumpfes aus einer gemeinsamen paarigen Anlage sich entwickele.

Die Nieren und die Geschlechtsdrüsen entwickeln sich gemeinsam in zwei runden Leisten, welche zu beiden Seiten der Gekrösewurzel hervorwachsend in die Rumpfhöhle vorragen (Fig. 18). Diese Leisten, welche den grösseren Theil des Rumpfes durchziehen, sondern sich bald in einen dünnern der Medianebene zunächst gelegenen Strang und nach aussen davon in eine Reihe hinter einander liegender, solider rundlicher Körperchen[1]), welche bald oval werden, so dass ihr breiteres Ende gegen die Medianebene des Körpers gerichtet ist. Da der Urnierengang mit dem klaren, zwischen den

---

1) Die allererste Entwickelung dieser Körperchen habe ich nur an Salamanderembryonen beobachten können.

Körperchen liegenden Gewebe verschmilzt, so wird er daselbst festgehalten und daher von den sich ausdehnenden Körperchen in convexen Bogen nach aussen gedrängt (Fig. 46). Nachdem im schmäleren Ende jener oder der Nierenläppchen eine kleine Höhle entstanden, sondert es sich vom innern Theile ab und wächst zu einem gewundenen Harnkanälchen aus. Die innern Stücke zerfallen in ähnliche wurmförmige Röhrchen und in je eine kugelige Masse (Malpighischer Gefässknäuel). Die dünnen Scheidewände der ursprünglichen Nierenläppchen, welche mit dem Urnierengange verschmelzen, bilden sich zu den Ausführungsgängen (0.01 mm. dick) aus, die gleich in der Anlage von den dickeren Harnkanälchen (0.02 mm. dick) unterschieden sind.

Die zarten Stränge, welche an der Innenseite der Nieren erscheinen, sondern sich in zweierlei Gebilde. Das vordere Ende treibt eine Reihe runder Sprossen, welche zu den Fettanhängen auswachsen; der übrige Strang wird zur Geschlechtsdrüse, indem er sich verdickt und varikös wird. Dabei ist das Kopfende stets am stärksten ausgebildet, — ein länglich rundes Körperchen, welches ich sogar in seltenen Fällen von der schmächtigern Fortsetzung abgeschnürt fand.

Die Entwickelung des Urnierenganges und des benachbarten soliden Körperchens war bisher unbekannt. Zudem giebt Remak irrthümlich an, dass das letztere innerhalb der Krümmung des vorderen Endes vom Urnierengange liege. Wenn aber auch, abgesehen davon, Wittich's Angabe (Zeitschrift für wiss. Zool. IV, S. 131), dass die Harnkanälchen Ausstülpungen des Urnierenganges seien, sich bestätigt hätte, so wäre die Auffassung völlig berechtigt, dass der Knäuel des Urnierenganges ein Analogon der bleibenden Harnkanälchen und jenes Körperchen ein dazu gehöriger Malpighischer Gefässknäuel sei. Nach meinen Untersuchungen ergiebt sich aber: 1. dass die Harnkanälchen und die Gefässknäuel aus einer gemeinsamen und vom Urnierengange durchaus gesonderten Anlage hervorgehen, so dass erst nachträglich eine Verbindung beider zu Stande kommt; 2. dass jene Anlage im grösseren Theile des Rumpfes aus demselben Boden hervorwächst, welcher vorne das vergängliche Körperchen trägt. Daher möchte ich mich der Auffassung zuneigen, dass der Knäuel des Urnierenganges kein Analogon des Harnkanälchens sei, sondern sich zu jenem Körperchen verhalte, wie der

übrige Urnierengang zur bleibenden Niere, dass also jenes eine rudimentäre Nierensubstanz sei. Ob man aber daraufhin die gewundenen Schläuche der letzteren für Harnkanälchen erklären müsse, oder bloss für einen Gefässknäuel halten könne, will ich nicht entscheiden.

Was die Entwickelung der Geschlechtsorgane angeht, so stimme ich bis auf eine geringe Differenz mit Wittich überein. Dieser Forscher beschreibt die Sonderung der Geschlechtsdrüsen in ein dickeres Kopfende und eine dünnere Fortsetzung als eine Eigenthümlichkeit von bufo cinereus und b. variabilis im Gegensatze zum bombinator igneus (a. a. O. S. 158); während ich gerade bei letzterem jene Form von Anfang an sehr deutlich fand.

Ueber die Entwickelung der sympathischen Nerven sind bisher nur die Mittheilungen Remaks (Ueber ein selbstständiges Darmnervensystem) bekannt geworden. Die wichtigsten Resultate der Remak'schen Untersuchungen sind: 1. es sollen die sympathischen Nerven auch der Batrachier aus mehren getrennten Anlagen entstehen (a. a. O. S. 27. 28); 2. die einzelnen Nervenstämme sollen sich aus den Organen hervorbilden (S. 28); 3. die Nerven hätten sogleich bei ihrem Auftreten einen faserigen Bau und die Nervenfasern seien verlängerte Zellen (S. 26). Ich kann keinen dieser Sätze bestätigen und glaube um so mehr mich auf meine Untersuchungen stützen zu können, da sie von den Embryonalzellen ausgehen, während die Remak'schen mit den schon deutlich gesonderten Nervenstämmen beginnen. Im Gegensatze zu Remak behaupte ich also: 1. Der Grenzstrang jeder Seite entwickelt sich sammt den zugehörigen Spinalnerven aus einer einzigen Anlage, nämlich aus den mit einander verbundenen innern Hülsenblättern der Urwirbel; 2. von dieser Anlage aus wachsen die einzelnen Geflechte in die Organe hinein; 3. die Nerven bestehen im Anfange ihrer Entwickelung aus Spindelzellen, welche sich zu Strängen ansammeln; die Fasern bilden sich, wie ich es beim Rückenmarke verfolgte, in den röhrenförmig verschmolzenen Zellen, ähnlich wie die Fibrillen in den Muskelzellen (vgl. Remak Untersuchungen S. 154), so dass beide Gewebsformen aus dem Zerfalle der Embryonalzellen hervorgehen.

III. Der Bauch.

§ 7.

Zur leichteren Uebersicht der Lage- und Gestaltveränderungen der Darmhöhle betrachte man gleich von Anfang an den Rusconischen After als das Schwanzende, den Dotterkern als den Bauchtheil des künftigen Thieres (Fig. 5). Im hintern Theile verläuft also die Darmhöhle als breite Spalte gerade über dem Dotterkerne; vorne krümmt sie sich über denselben abwärts, wird dabei geräumig und ist an allen Aussenwänden von einer einfachen Lage des Darmblattes ausgekleidet. Man kann diesen Abschnitt der Darmhöhle als Vorderdarm bezeichnen. — Indem die ganze Eikugel sich streckt, die Seiten abflachen und die Rückenaxe horizontal wird, verändert sich auch die Darmhöhle dem entsprechend (Fig. 36). Ihr Rumpftheil wird gleichfalls horizontal, schmäler und länger und sondert sich gegen den Vorderdarm deutlicher ab. An der Grenze beider Abschnitte geht die Verengerung so weit, dass die horizontale Spalte vor ihrem Uebergange in den Vorderdarm sich in eine aufrechte verwandelt (Fig. 16. 17). Zunächst wächst der hintere Rumpftheil im Bereiche des Dotterkernes, welcher sich entsprechend der äussern Form des Embryo umbildet (Fig. 37). Sobald eine gewisse und für lange Zeit ziemlich beständige Länge jenes Theils erreicht ist, nimmt der Vorderdarm an Höhe ab, dehnt sich aber zugleich mit dem Kopfe ziemlich rasch nach vorne aus. Während dieses Wachsthums erhebt sich vom Boden des Vorderdarms eine quere Leiste, bedingt durch die darunter stattfindende Entwickelung des Herzens (Fig. 38); sie wird je höher, desto breiter und umschliesst in ihrem Innern gewissermassen eine Brusthöhle, von welcher die Bildung der übrigen Rumpfhöhle ausgeht (Fig. 39).

Da durch die Entwickelung dieses Brustraumes der vor demselben liegende Theil des Vorderdarms als Kopfdarm vom übrigen Darmkanale gesondert wird, so kann ich ihn nun von der Betrachtung des Bauches ausscheiden und zu den einzelnen Abschnitten des letzteren übergehen.

§ 8. Der Darmkanal.

Bei den mannigfaltigen Lage- und Gestaltveränderungen der Darmhöhle musste die bildliche Darstellung einen wesentlichen Theil

der Erläuterung übernehmen. Zu den leitenden Abbildungen wählte ich die senkrechten Längsschnitte (Fig. 36—42); um aber die sonst nothwendig gewordene Anzahl derselben zu beschränken, wurde der von der Medianebene häufig abweichende Verlauf der Darmröhre in jener Ebene fortlaufend dargestellt. Die Ansichten der queren und horizontalen Durchschnitte sollten das Schema corrigiren.

Indem die oben erwähnte Leiste in die Darmhöhle vorspringt, schafft sie gleich mehre Abtheilungen des Vorderdarms (Fig. 39. 40). Vorn begrenzt sie den Kopfdarm, nach oben verengt sie mit ihrer ganzen Breite das Darmlumen und bildet so die Speiseröhre und den Magen. Endlich ist zwischen ihrer hintern Fläche und dem Dotterkern ein Blindsack entstanden, welcher oben in den übrigen Darm einmündet; es ist dies der Ausführungsgang der Leber. Hinter dem blinden Ende dieses Leberganges erhebt sich eine Leiste des mittleren Keimblattes in den Dotterkern und scheidet so die den Lebergang auskleidende Schichte des Darmblattes von der übrigen Dottermasse (Fig. 40—42). Im Anschlusse an diese untere Einschnürung erscheint auch eine solche am Rücken, eine Strecke weit hinter der Mündung des Leberganges; dadurch wird der Verlauf des Darmkanals zu einem nach unten vorspringenden Winkel gezwungen (Fig. 40. 41). Dadurch, dass die untere und seitliche Wand der Darmblattröhre im Bereiche des Winkels sich stetig verdünnt, dass ferner der vor demselben liegende Darmtheil mit der Lebermündung in die Schlingenbildung hineingezogen wird, — verwandelt sich das betreffende Darmstück in eine U-förmige Röhre, welche von der Wirbelsäule bis zur Bauchwand reicht und natürlich ein entsprechendes Gekröse besitzt (Fig. 42). Gleich im Anfange dieser Vorgänge rückt aber der vordere Schenkel nach links, der hintere nach rechts, so dass die Leber und die Bauchspeicheldrüse, welche im unteren Theile des vorderen Schenkels münden, den dadurch erübrigten Raum einnehmen (Fig. 42. 48). Nach Allem halte ich das beschriebene Darmstück für ein Analogon der Duodenschlinge anderer Wirbelthiere.

Während die Duodenschlinge sich entwickelt, erweitert sich die Höhle, welche nach dem Schlusse des Rusconischen Afters unter seinem Rande entstand (Afterhöhle Remak), abwärts (Fig. 40. 41). Alsdann löst sich dieser hinterste, vom Rücken zum Bauche abfallende Darmabschnitt oder der Hinterdarm durch eine unter dem Darmlumen verlaufende Einschnürung des Darmblattes von der

Masse des Dotterkernes ab (Fig. 41. 42). Die letztere bleibt also nur noch mit demjenigen Stücke des Darmkanales im Zusammenhange, welches den Hinterdarm mit der Duodenschlinge verbindet und allmälig eine quere Stellung annimmt. Hier schwindet der Rest des Dotterkernes allmälig, so dass auch die letzte Ungleichheit in der Mächtigkeit des Darmblattes gehoben wird.

Während der ferneren Entwickelung wird die Duodenschlinge in eine horizontale Lage gebracht, indem die Schneckenwindungen des rasch wachsenden Mittel- und Hinterdarmes sich unter die Schlinge schieben. Indem so der Darm sich auf einen engeren Raum zusammenzieht, wird die Gesammtlänge des Bauches verkürzt Zur Erläuterung dieser Lageveränderung des Darmes brauche ich wohl nur auf die schematische Figur 47 hinzuweisen.

Ich habe schon erwähnt, dass nach Remak die Rusconische Höhle bis auf den vorderen Abschnitt schwinden und der eigentliche bleibende Darmkanal sich neu bilden soll (a. a. O. S. 159. 160). Und zwar geschähe dies auf die Weise, dass die »Schlundhöhle« hinter dem Herzen sich blindsackartig erweitere und von hier aus allmälig in den Drüsenkeim (Dotterkern) vordringe, bis sie die Afterhöhle, welche nicht zu schwinden scheine, erreicht habe. — Mag nun das wechselnde, oft unscheinbare Darmlumen (Fig. 27) oder die später zu erwähnende Dotterschmelzung Remak getäuscht haben, jedenfalls sind seine Angaben durchaus unrichtig.

Bei meiner Darstellung, wie die Rusconische Höhle des Eies sich in den Darmkanal der Larve umwandle, blieb die wichtige Frage unberührt, auf welche Weise der Dotterkern schwinde: ob seine Zellen sich nur über die innere Darmfläche vertheilen, oder ob ein Theil derselben zu anderen Zwecken verbraucht werde. Da diese Frage zum Theil in der Entwickelungsgeschichte der Gefässe entschieden wird, so will ich auch die andern dahin gehörigen Thatsachen im folgenden Abschnitte behandeln.

§ 9. Das Herz und die Gefässe.

Die Herzbildung beginnt (wie es schon Remak beim Hühnchen fand, a. a. O. S. 13) mit den beiden Venenschenkeln. Im vordersten Theile des Dotterkerns und an der das mittlere Keimblatt berührenden Fläche desselben bildet sich jederseits eine mit kreisrunden Zellen gefüllte Rinne (Fig. 12. 15). Sowie die Rinnen

in den Boden des Vorderdarms vorgedrungen sind, werden sie zu blossen Lücken oder Spalten zwischen den beiden Keimblättern, welche von hinten her stets mit neuen Zellen angefüllt werden. Diese Lücken convergiren, stossen zusammen und bilden an dieser Stelle eine flache Höhle, deren Dach eben jene früher erwähnte Leiste ist (Fig. 30). Die Venenschenkel entstehen also dadurch, dass gewisse Dotterkernzellen an der Grenze des mittleren Keimblattes in Blutzellen zerfallen, und dass die so geschaffenen, schon gefüllten Räume durch ähnliche Umbildung in der Umgebung sich zu kurzen Kanälen erweitern. Wo sie zusammenstossen, entwickelt sich das Herz, doch nicht ohne Zuhülfenahme eines andern Vorgangs. Am Boden der Herzhöhle bleiben nämlich beide Lagen des mittleren Keimblattes verbunden, zu beiden Seiten trennen sie sich (Fig. 30), und die so erzeugten Lücken sind eben die Anfänge des embryonalen Brustraums und der spätern Rumpfhöhle. Die Erweiterung dieser Lücken bedingt nun die Ausbildung des Herzens. Denn das die drei Räume trennende Visceralblatt, seitlich von der Herzhöhle an das Darmblatt, unten an das Parietalblatt geheftet, wird durch die Höhenzunahme des Brustraums aus einem flachen Blatte in eine oben noch offene Rinne verwandelt, deren Ränder aber allmälig verwachsen (Fig. 31). Dann ist der Herzschlauch fertig und löst sich später von der Bauchwand ab.

Die Aortenbögen sind einfache Fortsetzungen des Herzschlauchs, entstehen also und bilden sich eben so aus. Interessanter ist die weitere Entwickelung der Venenschenkel. Sie umgürten die blindsackförmige Leberanlage (Fig. 12) und verzweigen sich dann über den Dotterkern in mächtigen Gefässen (Fig. 48). Diese sind wie ihre Wurzeln, die Venenschenkel, Vertiefungen an seiner Oberfläche, worin die Dotterzellen in Blutzellen zerfielen; und so wird der Dotterkern im Bereiche der Duodenschlinge von aussen verzehrt, bis die durch ihn gebildete Darmauskleidung nicht mächtiger ist als an der Decke. Wenn aber auf diese Weise die Duodenschlinge durch die Dottergefässe vollendet wird, so kann der Dotterrest, welcher am queren Darmstücke übrig bleibt, nicht ebenfalls von aussen aufgezehrt werden, weil daselbst jene Gefässe fehlen. — Statt dessen bemerkte ich daselbst schon in früheren Entwickelungsperioden Risse im Dotterkerne, welche die Dotterzellen theilweise zerstörten und in das Darmlumen mündeten; später sah ich unregelmässige, zackige Aushöhlungen an der Innenfläche

jenes Darmstücks, zwischen denen Fetzen noch unzerstörter Dotterzellen in das Lumen hineinragten. Desshalb glaube ich an der Schmelzung der überflüssigen Dotterkernzellen von innen her nicht zweifeln zu dürfen.

Aus dem Gesagten erhellt, dass der Dotterkern des bombinator igneus zum Theil wenigstens einen wahren Nahrungsdotter vorstellt, welcher den Körper theils als Blut, theils als unorganisirte Substanz speist.

Das Herz kennt Remak erst als vollständigen Schlauch (a. a. O. S. 156). Dieser befände sich in einer Lücke am Boden der Schlundhöhle (Vorderdarm), welche Lücke durch Zusammenfluss der serösen Höhlen des Rumpfes entstand. — Aus meinen Fig. 12, 30, welche demselben Embryo entnommene Durchschnitte darstellen, ergiebt sich, dass vielmehr jene Lücken als Ausgangspunkt für die Rumpfhöhle zu halten seien. — Die Blutzellen sollen sich nach Remak in den grossen Arterien durch Ablösung von der Wand bilden. Wenn ich auch etwas Aehnliches an der Bauchaorta fand (vgl. § 6), so war es doch zu einer Zeit, wo dieselbe noch keine selbstständige Wand besass; solche Gefässanlagen im Körper selbst scheint jedoch Remak gar nicht gekannt zu haben. Wenn ich also die, wegen mangelnder Unterscheidung der Keimblätter sehr allgemein gehaltene Angabe Vogt's (Untersuchungen über die Entw. d. Geburtshelferkröte S. 69 flg.), dass das Blut sich am Dottersacke aus den ursprünglichen Dotterzellen bilde, in der Weise weiter ausgeführt habe, dass alles Blut aus dem innersten oder untersten Keimblatte (Bauchaorta und Kiemen, siehe § 11) und dem damit zusammenhängenden Dotterkern (Venenschenkel und Dottergefässe) entstehe, so befinde ich mich im vollen Gegensatze zu Remak, welcher sein motorisch-germinatives Blatt (mittleres Keimblatt) für die Quelle der Blutbildung hält (a. a. O. S. 187). Von einer Resorption des Dotterkerns von innen her will Remak nichts wissen (S. 161); alle Zellen jener Stelle sollen sich aus dem Haufen in eine Fläche ordnen und zum Darmepithel werden. Ich schliesse mich dagegen der alten v. Baer'schen, vielbekämpften Auffassung von Keim und Dotter insofern an, als ein Theil des innersten Keimblattes zu unorganisirter Masse aufgelöst den Embryo ebenso speist, wie der Nahrungsdotter der Vögel.

§ 10. Die weiteren Erzeugnisse des Darmblattes.

Wie der Lebergang ohne eine eigentliche Ausstülpung sich entwickelt, habe ich bereits erwähnt. Am blinden Ende wachsen Sprossen hervor, in welche trichterförmige Fortsetzungen der Höhle sich hineinziehen (Fig. 41); diese Sprossen sind die Anfänge der Leberverästelung, deren Bedeutung und Entwickelung hinlänglich bekannt sind. — Ebenso wenig mag ich die Bildungsgeschichte der Lungen und der Bauchspeicheldrüse wiederholen, da ich nichts Neues hinzuzufügen weiss (Fig. 41). Die Milz habe ich in ihrer Entwickelung nicht verfolgt; doch da ich sie beim Hühnchen als Abschnürungsprodukt des Pankreas erkannt habe (Beiträge zur Entw. des Darmkanals, § 51), glaube ich eine solide Verdickung am Ende der Bauchspeicheldrüse des bombinator igneus auf einen ähnlichen Vorgang beziehen zu dürfen. — Die Harnblase endlich sah ich in den frühesten Stadien als eine zweihörnige Ausstülpung der Kloake, welche später an ihrer Oberfläche traubig wird, so dass ich lebhaft an die ähnliche Entwickelung der Allantois bei Amphibien erinnert wurde.

Bemerkenswerther erscheinen mir folgende Bildungen. Ich erwähnte bereits den von mir so genannten Axenstrang des Darmblattes, welcher sich von dem letztern abschnürt und zwischen Chorda und Aaorta eingezwängt wird (Fig. 17. 13. 27). Ferner entdeckte ich, dass der Darmkanal sich in den Schwanz fortsetzt (Fig. 40. 41). Sobald die Medullarröhre sich vollständig geschlossen hat, mündet ihr Centralkanal hinten in den noch nicht ganz verwachsenen Rusconischen After, und die Medullarsubstanz geht unvermittelt in das Darmblatt über (Fig. 36. 37). Dieser ursprüngliche Zusammenhang mag die Ursache sein, warum in der Folge, wenn der ganze Rücken in einen Schwanz auswächst, auch der hintere obere Zipfel des Darmkanals dort hineingezogen wird. Jedenfalls sieht man denselben als ganz ansehnliche Röhre längere Zeit hindurch im Schwanze bestehen. Durch Rückbildung geht zunächst das Lumen verloren und der solide Strang liegt alsdann zwischen der Arterie und Vene des Schwanzes; dort sah ich ihn allmälig zu einem Gefässe werden, welches meinen weiteren Untersuchungen zu Folge nur ein Lymphgefäss sein konnte. Ungefähr dort, wo das Aortenende zwei grosse Aeste zu den Anlagen der Hinterfüsse hinabschickt, verlor sich das ansehnliche Lumen des Lymphgefässes in

den einander folgenden Querschnitten, ohne dass ich jedoch die Einmündung in die Vene hätte erkennen können.

Die Erfahrungen über den »Schwanzdarm« brachten mich auf die Vermuthung, dass der Axenstrang des Darmblattes, welcher gleichfalls ein Stück weit in den Schwanz hineinreicht, auch in einen Theil des Lympfgefässsystems sich verwandele. Ich habe es nicht endgültig entscheiden können, doch glaube ich die Vermuthung einigermassen unterstützen zn können. Der Axenstrang, welcher bald pigmentirt erscheint, bleibt wenigstens bis zum Ende des Larvenlebens sichtbar; aber er wird allmählig mehr oder weniger bandartig zusammengedrückt und liegt der Aortenwand dicht an. Wenn also schon die Lage und Gestalt des Axenstranges für die genannte Auffassung sprechen, so möchte nicht weniger der Umstand ins Gewicht fallen, dass derselbe von dem Keimblatte abstammt, welches nachweislich Blut und Lymphe bildet, und dass er selbst schon durch die ins Aortenlumen hineinragenden Fortsätze Blutkörpenchen erzeugt.

Anlangend die Entwickelung der Lymphe und ihrer Gefässe, so sind bisher nur Mittheilungen über die Bildung der feinsten Zweige im spätern Larvenleben bekannt gewesen (Remak, Müll. Archiv 1850). Doch ist die Bildung der Capillaren meiner Ansicht nach keine dem Embryonalleben eigenthümliche und erlaubt nicht einmal eine Muthmassung, von welcher Grundanlage des Eies das Lymphsystem ausgehe.

IV. Der Kopf.

§ 11.

Gewisse Umstände hielten mich ab, gerade den Kopf genauer zu untersuchen; ausser den Grundanlagen habe ich nur Einzelheiten studirt.

Der Kopf umfasst Anfangs den Kopfdarm und dessen Wände. Diese sind zuerst nur ein unbestimmtes vorderes Verbindungsstück zwischen Rücken und Bauch, welches beiläufig die Stelle der früheren Decke der Keimhöhle einnimmt (Fig. 3. 5. 36). Beiläufig in der Mitte dieser Stelle liegt die Lücke des mittleren Keimblattes; da diese die Chordaspitze bestimmt, im Umkreise der letztern aber die

Hirnanlage erscheint, so bezeichnet jener, in der Entwickelung des Eies einzige unverrückbare Punkt zugleich den Mittelpunkt des Kopfes. — Aber selbst nachdem der Rücken sich gestreckt hat und der über die Chorda hinausgehende Theil des Hirns winklig nach unten umgebogen ist, bleiben die Grenzen des Kopfes unbestimmt. Sie werden erst festgestellt, sobald im Bereiche des künftigen Hirns die Umbildungen des mittleren Keimblattes (Urwirbel des Kopfes) und der Oberhaut (Sinnesorgane) beginnen. Sowie die vier hinter einander liegenden Hirnblasen sich als eine Fortsetzung der Medullarröhre darstellen, so entsprechen auch die Umbildungen des mittleren Keimblattes im Kopfe denen des Rückens. Während die Medullarröhre sich schliesst, zerfallen die Urwirbelplatten des Kopfes in vier Urwirbelpaare (Fig. 21). Uebereinstimmend mit der Aufblähung des Hirnes um die Chordaspitze nimmt auch die Breite der Urwirbel des Kopfes von innen nach aussen zu, sodass sie in derselben Richtung divergiren. Das hinterste Paar bedeckt theilweise die vorderen Urwirbel des Rumpfes, sodass die Wirbelsäule in den Hinterkopf eingekeilt und der letztere also deutlich gegen den Rücken abgesetzt erscheint. Das erste Paar krümmt sich nach vorn und unten und schliesst sich, die Basis des Vorderhirns umkreisend, zu einem Ringe. Innerhalb dieses Ringes ist jene dünne Platte des mittleren Keimblattes ausgespannt, welche unmittelbar vor der Chorda eine Lücke enthält.

An der Aussenseite des Kopfes bildet sich sehr frühe an der Grenze des ersten und zweiten Urwirbels eine Furche, welcher das Darmblatt eine Falte entgegenschickt — die erste Schlundfalte (Fig. 21. 22); diese betheiligt sich aber nicht an der Kiemenbildung und wird, wie es mir schien, beim bombinator ign. überhaupt nicht durchbrochen. Die Lage der vier übrigen, später erscheinenden Schlundfalten lässt sich nicht genau bezeichnen, da die hinteren Urwirbel alsdann nicht mehr so deutlich gesondert sind (Fig. 22. 23). Wahrscheinlich entsprechen sie aber den Zwischenräumen der Urwirbel, sodass die fünfte Falte schon wegen ihrer Lage ausserhalb der Kopfanschwellung nicht zum Kopfe, sondern zum Rumpfe gerechnet werden muss (Fig. 23). Schon während die Falten sich der Oberfläche nähern, spalten sie sich am Rande in zwei divergirende Blätter, welche sich an die entsprechenden, die Falte begrenzenden Theile der Kopfwand (Kiemenbogen) anschliessen. Sobald nun die Kiemenbogen aus- und rückwärts zu den äussern Kiemen hervorwachsen,

spalten sich die drei mittleren Schlundfalten vollends, und ihre Blätter setzen sich an der betreffenden Kiemenfläche unter der Oberhaut fort, sodass also das Darmblatt auch an den Kiemen selbst nicht fehlt. Das Kiemenblut hat dadurch für seine selbstständige Bildung dasselbe Substrat, wie der übrige Körper, nämlich das unterste oder innerste Keimblatt.

Die Entwickelung des Mundes ist eine Wiederholung der Schlundfaltenbildung (Fig. 22. 23). Gleich wie an den Seiten stülpt sich das Darmblatt auch nach vorne heraus, gerade unterhalb des durch die ersten Urwirbel gebildeten Ringes. Dieser Ausstülpung eigenthümlich ist nur, dass sie schon vor dem Durchbruche hohl ist und sich stetig ausbreitet. Das vorderste Ende ist aber geschlossen, und ihm entgegen sinkt die Aussenwand zu einer queren Grube ein, sodass die tiefere Lage des Sinnesblattes und das Darmblatt im gemeinsamen Boden beider Vertiefungen verschmelzen (Fig. 23). Die Ausstülpung des Darmblattes ist die Mundhöhle, welche allmählig nach vorne auswächst und zuletzt in die äussern Grube oder das zähnebewaffnete Maul durchbricht. Indem die inneren Mündungen der Kiemenspalten später dicht zusammen und nach hinten rücken, geht der ursprüngliche Kopfdarm, der als solcher die Mundhöhle noch nicht umfasste, in dieselbe auf. — Noch auffallender fand ich die Bildung der Mundhöhle in den Embryonen von salamandra maculata (Fig. 29). Hier sinkt die oberflächliche Schichte der Oberhaut nur zu einer leichten Querfurche ein, an deren Boden der noch geschlossene Zipfel der Mundhöhlenstülpung anstösst, während das tiefere Blatt unter dem Mundepithel (Darmblatt) bis in die Gegend der Zunge und bis über die Mitte des Gaumens vordringt und die Zähne erzeugt. Die Zellen dieses Blattes sah ich an Bombinatorlarven, deren Darm noch einen Dotterrest enthielt, mit fadenförmigen Fortsätzen versehen, welche in die Cutis eindrangen.

Durch die erwähnte Lücke des mittleren Keimblattes wird das Darmblatt (Schlundepithel) in die Schädelhöhle trichterförmig hineingezogen (Rathke) und dieses Stück später in den Hirnanhang verwandelt. Dass die Chorda sich an dieser Bildung betheilige, habe ich nicht erkennen können.

Ueber die Entwickelung des Schädels kann ich nur Weniges berichten. Bevor der Knorpel auftritt, besteht die Gewebsmasse, in welcher Hirn, Sinnesorgane, Muskeln und Nerven eingebettet liegen, aus einer durchsichtigen, strukturlosen Grundsubstanz mit sparsam

eingestreuten, meist spindelförmigen und mit Fortsätzen versehenen Zellen (Fig. 26). Kurz, das Gewebe imponirt durchaus als embryonales Bindegewebe, wie es vor dem Erscheinen der Wirbelbogen des Rumpfes auch das Rückenmark zum Theil umgiebt (Fig. 18). Die Chorda selbst grenzt oben an das Hirn und ist seitlich von Muskeln eingefasst, welche bis in die Nähe der Chordaspitze reichen. — In der Folge wachsen entsprechend dem ersten Urwirbelpaare zwei knorpelige Wirbelbogen von der Chordaspitze aus und bilden die sogenannten Schädelbalken; sie sind zugleich die ersten Wirbelbogen am ganzen Körper (Fig. 26). Ebenso sah ich die hintersten Kopfwirbelbogen (Hinterhauptbein) zwischen Hirn und Muskeln isolirt entstehen. Ob aber die knorpeligen Theile zwischen dem vorderen und hinteren Paare der Kopfwirbelbogen ebenfalls getrennt auftreten, weiss ich nicht zu sagen. Später ist die ganze Schädelbasis von dem Hirnanhange bis zum ersten Halswirbel eine einzige Knorpelplatte, in deren Mitte die Chorda je weiter nach vorne, desto rascher atrophirt. Im Ganzen stimmt die Entwickelung des Schädels mit derjenigen der Wirbelsäule überein. Da aber durch die frühe Verschmelzung der Theile die Klarheit des Bildes beeinträchtigt wird, so will ich noch Einiges anführen, was mir besonders dafür zu sprechen scheint, dass auch der Knorpel des Schädelgrundes aus der Chorda hervorwachse, wie es an der Wirbelsäule ausgeführt wurde. Einmal kann er nicht aus welchen andern Theilen, z. B. aus den ursprünglichen Zellen der Urwirbel entstehen; denn er wächst ganz deutlich von der Chorda aus in centrifugaler Richtung, wie es namentlich an den Schädelbalken und dem Hinterhauptbeine leicht nachweisbar ist. Die Chorda aber ist oben und aussen von Hirn und Muskeln begrenzt, zwischen denen der Knorpel als Neubildung entsteht. Ferner verläuft der ganze Process genau so wie ich es früher an den Rückenwirbeln beschrieb: es entstehen Zellen an der Chordaoberfläche, werden von Kapseln umschlossen, wobei die Membran schrumpft, und zuletzt erscheint zwischen den hellen Kapseln eine undurchsichtige Zwischensubstanz. — Der grössern Knorpelmasse des Schädels entsprechend fand ich auch daselbst sehr häufig eine Zellenvermehrung durch endogene Entwickelung, während ich an den Rumpfwirbeln nur einfache Zweitheilungen antraf.

In dem von den Schädelbalken umschlossenen Raume (Fig. 26) bildet sich der Knorpel ganz in der beschriebenen Weise; woher aber die ersten Zellen stammen, weiss ich nicht.

Die Grundanlagen der Sinnesorgane sind bekannt; ihre weitere Entwickelung lag ausser dem Plane dieses Aufsatzes. — Doch sei es mir gestattet, zum Schlusse noch einer Bildung zu gedenken, welche freilich nicht zum Kopfe gehört, die aber an einer andern Stelle anzuführen ich keine Gelegenheit fand. Dicht hinter dem Ohre verdickt sich die tiefere Schichte der Oberhaut in einem länglichen Stücke und löst sich allmählig zu einem selbstständigen Organe ab. Da ich dieses Körperchen nicht hinreichend verfolgte und seine Erscheinung im unentwickelten Zustande nichts charakteristisches besitzt, so hätte ich es nicht erwähnt, wenn die Lage nicht an ein Organ erinnert hätte, welches bisher in seiner Entwickelung wenig bekannt ist — die Thymus. Daher hielt ich es nicht für überflüssig, die Aufmerksamkeit auf jenes unscheinbare Körperchen zu lenken.

Ueber die Grundanlagen des Kopfes der Batrachier, wie der andern Wirbelthiere, finde ich nirgends Angaben, an die unmittelbar anknüpfend ich mich kurz fassen könnte. Es sei mir daher gestattet, ohne genauere Citate auf einige principielle Differenzen hinzuweisen, welche zwischen meiner Auffassung der Kopfbildung und der bisher üblichen bestehen.

Ich unterscheide am Kopfe, ganz analog den Theilen des Rumpfes: 1. die Oberhaut, 2. das Centralnervensystem, 3. die Chorda, 4. Urwirbel, die sich ohne deutliche Grenze in die untern Theile des mittleren Keimblattes fortsetzen, 5. den Kopfdarm. Aus der Oberhaut entwickeln sich die Sinnesorgane, möglicherweise einschliesslich des Geschmacksorgans und ein Vorhof der Mundhöhle [1]). Aus dem Hirn wachsen die Riechkolben und Sehnerven hervor; aus der Chorda die Kopfwirbel, d. h. die Schädelbasis von dem Hirnanhange aus nach hinten und die Wirbelbogen, welche zu den in der Schädelbasis enthaltenen Wirbelkörpern gehören. Die vier Urwirbel bilden das übrige Kopfskelet, die Muskulatur, die Nerven und die bindegewebigen Theile; der Kopfdarm endlich ist die Anlage der Mundhöhle und das Darmblatt bildet das betreffende Epithel mit seinen Fortsetzungen. Das Wichtigste ist zunächst das Verhältniss von Urwirbeln und Chorda im Kopfe. Jene finde ich nirgends erwähnt, statt dessen aber Kopf-, Schlund-, Kiemen- und Sinnesplatten. Man un-

1) Nicht die eigentliche Mundhöhle, wie Remak lehrt.

terscheidet eben einen Schlundtheil von dem eigentlichen Kopftheil, und die andern Platten scheinen als selbstständige Bildungen aufgefasst zu werden, welche sich den innern Theilen von aussen anlagern. Aus den Figuren 21—23 geht aber hervor, dass, wenn man die sogenannten Schlundbogen und die Schlundhöhle mit ihren Erzeugnissen sich hinwegdenkt, vom Kopfe eben nur das Hirn und die Chorda übrig bleiben, oder dass mit andern Worten die bisher unterschiedenen Kopf- und Schlundtheile eins sind. Offenbar hat der in den Kopf eingekeilte Rückentheil, namentlich an Querschnitten, und später die Erweiterung des vorderen Theils des Kopfdarmes auf Kosten des zurückweichenden Kiementheils irrthümliche Deutungen veranlasst. — Um nun speciell auf das Wirbelsystem einzugehen, so glaube ich, dass es im Kopfe sich ebenso verhält, wie am Rumpfe: aus der Chorda bilden sich Wirbelkörper und sprossen Wirbelbogen hervor, welche die den Rumpfwirbeln analogen Theile des Schädels zusammensetzen. Ich stelle jetzt drei Ansichten meiner Vorgänger zusammen, welche drei grundverschiedene Bildungstheorien repräsentiren. Rathke lässt das ganze Wirbelsystem aus einer Belegmasse der Chorda hervorgehen, welche ausserhalb der letztern entsteht; Vogt sagt, jene Belegmasse sei eine aus der Chorda selbst entwickelte Scheide derselben, welche aber nur die Wirbelkörper bilde, während die Bogentheile mit Muskeln und Nerven eine gemeinsame Anlage hätten; Remak endlich behauptet, dass die Wirbel Erzeugnisse der Urwirbel seien [1]). Ganz kann ich mit keiner der genannten Anschauungen, theilweise nur mit der Vogt'schen übereinstimmen. Was die Knorpelbildung selbst anbetrifft, so sucht Remak nachzuweisen (a. a. O. S. 171), dass die Knorpelzellen des Kopfes wenigstens sich aus den ursprünglichen Embryonalzellen entwickeln. Die letztern sollen an der Schädelbasis ganz dicht bei einander liegen (vgl. meine Fig. 26); der Chorda wird gar nicht erwähnt. Dagegen bemerke ich erstens, dass Remak, wie aus allen bezüglichen Stellen hervorgeht, höchst wahrscheinlich nur den zwischen den Schädelbalken gelegenen Theil des Schädelgrundes untersucht hat, welcher aber, wie aus meiner Darstellung ersichtlich sein möchte, gar nicht zum Wirbelsystem gehört. Ferner: die von Remak an-

1) Remak's schon erwähnte (§ 4) Mittheilung über die Wirbelbildung bei den Batrachiern muss ich übergehen, weil sie für den genetischen Zusammenhang der Theile nicht den geringsten Aufschluss giebt.

geführte Häufung der Zellen zeugt ganz klar dafür, dass er die untersuchten Theile nur aus der Zeit der Knorpelbildung kannte, in dem Stadium nämlich, wo der früher mit sparsamen, theilweise schon geschwänzten Bindegewebszellen bedeckte Raum bereits von den massenhaft neugebildeten Zellen bevölkert ist.

Dasselbe gilt vom Kopfe wie von der Wirbelsäule: vor dem Erscheinen des Knorpels giebt es daselbst nur sparsame Bindegewebszellen und die Knorpel entstehen nicht gleich in ihrer ganzen Ausdehnung innerhalb jenes Gewebes, sondern wachsen allmählig hinein und zwar von der Chorda aus. An den betreffenden Stellen grenzt aber dieselbe nur an die Erzeugnisse des Hülsenblattes, dura mater und Nerven. — So wird man zuletzt auf die Chorda selbst hingewiesen, und die letzte Frage ist: wie entwickelt sich die Chordascheide? — Darüber finde ich keine Angaben; und indem ich meine eigenen Beobachtungen überblicke, muss ich gestehen, dass ich es nicht wage, jetzt schon die Schlüsse daraus zu ziehen, welche mir die einzig möglichen scheinen. Denn wenn die eine Möglichkeit, dass die Zellen der Chordascheide aus den freien Kernen der in regressiver Metamorphose befindlichen ursprünglichen Chordazellen hervorgehen, schon als Wiederholung der Schwann'schen Theorie ausgeschlossen scheint, so muss die andere, welcher gerade die Thatsachen am Nachdrücklichsten das Wort zu reden scheinen, — nämlich die Auffassung, dass die Zellen sogar ohne vorhergehende Kernbildung durchaus selbstständig in der Grundsubstanz entstehen (vgl. § 5), eine viel bedeutendere Unterstützung finden, als meine Untersuchungen sie gewähren können, um als Theorie auftreten zu dürfen.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Objekte bis auf die in Fig. 29 und 46 abgebildeten stammen vom bombinator igneus ab.

Fig. 1—5. Meridiandurchschnitte der Eier vor dem Erscheinen des Embryo: 1. der gefurchte Dotter mit der Keimhöhle, 2. Beginn der Rusconischen Höhle (Darmhöhle), 3. Weiterentwickelung derselben, 4. Schwinden der Keimhöhle, 5. die vollendeten Grundanlagen des Embryo.

Fig. 6. Querdurchschnitt durch die Darmhöhle.

Fig. 7. Ansicht eines Schnittes, welcher senkrecht durch die Rückenaxe im Afterwulste ausgeführt wurde.

Fig. 8. Dieselbe Stelle aus einer etwas spätern Zeit, wo schon die Primitivrinne und die Chordawurzel vorhanden sind.

Fig. 9. Querschnitt in der Gegend des Kopfes.

Fig. 10. Desgl. durch die Lücke des mittleren Keimblattes.

Fig. 11. Desgl. durch die hintere Hälfte des Rückens.

Fig. 12. Querschnitt durch einen Embryo von der in Fig. 38 bezeichneten Gestalt, in der Gegend der Leberanlage ausgeführt. a. Kern des Urwirbels (Muskel), b. oberer, c. unterer Theil des innern Hülsenblattes (Spinal-, sympathische Nerven), d. Axenstrang des Darmblattes (Lymphgefäss), e. äusseres Hülsenblatt (Cutis), welches über dem Rückenmarke die membr. reuniens superior Rathke bildet, g. Vereinigung des untern und äussern Hülsenblattes (Cutis des Bauches), h. Ausstülpung des Parietalblattes (Urnierengang), i. Visceralblatt, k. Oberhaut, l. Anlage der Venenschenkel, m. Durchschnitt des Blindsacks des Vorderdarms (Leberanlage), n. der die Darmhöhle einschliessende Dotter.

Fig. 13. Von einem etwas ältern Embryo. Die membr. reuniens sup. (f) ist unterscheidbar von den über dem Rückenmarke verwachsenen innern Hülsenblättern (Rückenmarkshülle), o. die zwischen Darmblatt und Urwirbeln entstehende Lücke (Aorta).

Fig. 14. Der Axenstrang des Darmblattes von der Seite gesehen. s. Chorda, d. Axenstrang, o. Aorta, n. Darmblatt.

Fig. 15. Die in Fig. 12 gegebene Ansicht, von einem etwas älteren Embryo. Das gekrümmte Vorderende des Urnierenganges ist so durchschnitten, dass zwei Lumina erscheinen; p. die Anlage des benachbarten Körperchens (Malp. Gefässknäuel Bidder-Remak), l. Zerfall des Dotters in Blutzellen.

Fig. 16. Querschnitt durch die Mitte eines Embryo von der in Fig. 37 bezeichneten Gestalt. a. Kern des Urwirbels von der Hülse eingeschlossen, welche in die sich abschnürenden Seitenplatten (b) übergeht.

Fig. 17. Querschnitt durch einen etwas ältern Embryo in der Nähe des Vorderdarms; c. der sich abschnürende Axenstrang des Darmblattes.

Fig. 18. Querschnitt durch die Mitte einer Larve, deren Darm bereits die in Fig. 47 angedeutete Entwickelung erlangte. c. untere Leiste des innern Hülsenblattes (Sympathicus), h. Urnierengang, t. Anlage des Uro-Genitalsystems, o. Aorta, oben durch den Axenstrang eingedrückt, x. vena cava.

Fig. 19. Die Zellenbildung in der Chordascheide. a. zarte Körperchen ohne Kern und Membran, b. solche, mit entstehendem und vollendetem Kerne, c. gestreckte Form von der äussersten Oberfläche.

Fig. 20. Vollendete Zellen der Chordascheide. a. mit länglichem Kerne und geschrumpfter Membran.

Fig. 21. Horizontaler Durchschnitt des Kopfes von einem Embryo, dessen Medullarröhre in der Verwachsung begriffen ist. a. Durchschnitt des abwärts gebogenen Vorderhirns, b. der erste Urwirbel des Kopfes, c. Urwirbelplatten des Rumpfes, welche in den Hinterkopf eingekeilt sind.

Fig. 22. Horizontaler Durchschnitt durch den Kopfdarm eines beiläufig gleich alten Embryo. a. der tiefste Zipfel des Vorderhirns, b. vorderster Urwirbel, c. der Kopfdarm mit den ersten Anzeichen der Bildung von Schlundfalten und Mundhöhle, d. äussere Furche zwischen dem ersten und zweiten Urwirbel.

Fig. 23. Ein gleicher Durchschnitt durch einen Embryo, dessen äussere Kiemen (e) eben zu sprossen beginnen. a. die Anlage des Mauls, b. der Mundhöhle, c. der Kopfdarm mit den Schlundfalten, d. Anlage des Kiemendeckels.

Fig. 24. Horizontaler Durchschnitt durch das Rückenmark desselben Embryo. Das Rückenmark (a) zeigt bereits eine Andeutung der Seitenstränge und ist in seiner Gestalt durch die Urwirbel bestimmt, b. die obern Bäuche des innern Hülsenblattes (Spinalganglien), c. Kernzone der Muskelbündel, d. Oberhaut und Cutis.

Fig. 25. Zwei Urwirbel desselben Stadiums von innen gesehen; über den quer verlaufenden Muskelprimitivbündeln liegt das innere Hülsenblatt, welches bereits in eine zarte Membran (Rückenmarkshülle), das Spinalganglion mit dem betreffenden Nerven und den untern Bauch (Sympathicus) gesondert ist.

Fig. 26. Schädelbasis einer Larve, deren Darm in der Fig. 47 dargestellt ist. a. Augapfel, b. Gehörbläschen, c. die zwischen den Schädelbalken (d liegende dünne Platte, durch deren vor der Chordaspitze gelegene Lücke das Darmblatt in die Schädelhöhle drang (Hirnanhang).

Fig. 27. Querdurchschnitt durch den hintern Rumpftheil einer Larve mit ausgebildeten äussern Kiemen: die Gefässwand der Aorta ist vollendet, die Mittelplatten berühren sich über dem Darme.

Fig. 28. Knorpelzellen aus den Anlagen der Wirbelbogen, a. ohne, b. mit Zwischensubstanz (Knorpelkapseln); schrumpfende Membranen und Reste derselben.

Fig. 29. Medianschnitt durch den Kopf eines Embryo von salamandra maculata. Der dunkle Streif a, die obere Lage der Oberhaut, bezeichnet die Unterseite des Kopfes; die tiefere Lage der Oberhaut (b) dringt unter dem Epithel der Mundhöhle vor, die Anschwellungen bedeuten Anlagen der Zähne.

Fig. 30. Querschnitt, welcher dicht vor dem in Fig. 12 abgebildeten angefertigt wurde. a. das Epithel des Vorderdarms (Darmblatt), b. die Anlage der Herzhöhle, c. des Brustraums, d. die sogenannten Saugnäpfe der Larve, welche aus Schleimzellen bestehen, deren Sekret die Befestigung der Larve an Pflanzen u. s. w. vermittelt.

Fig. 31. Die Herzbildung in einem spätern Stadium. b. der Herzschlauch, nach oben noch offen, c. der Brustraum.

Fig. 32. Die erste Anlage der Wirbelbogen. a. Sprossen der Chordascheide. b. Spinalganglien, c. die sie verbindende Membran (Rückenmarkshülle).

Fig. 33. Ein Stück des embryonalen Sympathicus nebst den angrenzenden Muskeln.

Fig. 34, 35. Die Bildung der Medullarröhre. a. obere, b. tiefere Lage des Sinnesblattes; beide setzen sich in die Medullarplatte (c) fort, d. die Urwirbelplatten.

Fig. 36—42 stellen die fortlaufende Entwickelung des Darmes halbschematisch dar (vgl. § 8).

Fig. 43. Ein knorpeliger Wirbelbogen. a. die Anlage des vorderen Gelenkfortsatzes.

Fig. 44. Horizontaler Durchschnitt der Wirbelsäule einer Larve, deren vordere Extremitäten bereits durchgebrochen waren. a. Durchschnitte der Basen der Wirbelbogen, b. Anlagen der lg. intervertebralia

Fig. 45. Rückenmarksquerschnitt desselben Embryo, von welchem die Abbildung 15 herrührt. Die peripherischen Zellen an der Seite zerfallen in die Fasern der Seitenstränge.

Fig. 46. Die Anlage der Niere aus einem Embryo von salamandra maculata.

Fig. 47. Schematische Abbildung der Darmwindungen einer Larve, deren Hinterfüsse noch nicht sichtbar sind (vgl. Fig. 18).

Fig. 48. Horizontaler Durchschnitt des Darmes von demselben Embryo, dem die Abbildungen 23, 24 entnommen sind. a. Brustraum, b. Darm, c. Leberanlage, d. Dottergefässe.

Die Schleimhaut des Cavum laryngis.

Von

Prof. Dr. **Hubert v. Luschka** in Tübingen.

Hierzu Tafel VIII.

Ungeachtet der grossen Bedeutung, welche eine genauere Kenntniss des feineren Baues der Kehlkopfschleimhaut für die richtige Beurtheilung der mannigfaltigen von ihr ausgehenden Krankheiten des Stimmorganes haben muss, ist dieselbe doch bisher noch nicht zum Gegenstande einer auf alle ihre Substrate ausgedehnten, zureichenden Untersuchung gemacht worden. Aber auch die wenigen, in der Literatur niedergelegten Resultate der ihrer Textur gewidmeten selbstständigen Forschungen bieten unter sich keine volle Uebereinstimmung dar. Während z. B. H. Rheiner die Existenz irgend welcher Art von Papillen der Kehlkopfschleimhaut gänzlich in Abrede stellt, behauptet J. Henle [2]), dass da, wo ein mächtiges Pflasterepithelium, wie an den echten Stimmbändern sich ausbreitet, Papillen in dasselbe hereinragen. Andererseits berichtet Rheiner [1]) von einer unter dem Epithelium ganz allgemein vorkommenden homogenen Grenzmembran, welche dagegen von Henle unberücksichtigt gelassen wird. Weder über das Verhalten der an verschiedenen Orten ungleichen Anordnung der feinsten Blutgefässe, noch über die Endigungsweise der Nerven im Gewebe der Kehlkopfschleimhaut sind bis jetzt bestimmte Aufschlüsse ertheilt worden, überdies noch anderweitige Eigenthümlichkeiten des feineren Baues unbeachtet geblieben. Indem wir die Ergebnisse eigener Wahrnehmungen über die Textur der Membrana mucosa laryngis zur Kenntniss bringen, können wir es nicht unterlassen, ihrer Darlegung die Anordnung und die makroskopischen Qualitäten der Membran vorauszuschicken.

---

1) Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Würzburg 1852.

2) Handbuch der Eingeweidelehre. Braunschweig 1866. S. 236.

I. Die Anordnung und die gröberen Eigenschaften der Kehlkopfschleimhaut.

Die durch verschiedene Knorpelstücke sowie durch eine sie verbindende elastische Membran im Wesentlichen vorgezeichnete innere Architectur des Kehlkopfes erfährt ihren Abschluss durch eine Schleimhaut, die als eigentliche, mit einer von der Nachbarschaft verschiedenen Sensibilität ausgestattete Membrana mucosa laryngis nur insoweit angesprochen werden kann, als sie der Höhle des Kehlkopfes angehört. Es muss daher von diesem Begriffe ausgeschlossen werden die Schleimhaut, welche die der Zungenwurzel zugekehrte vordere Seite der Cartilago epiglottidis, sowie denjenigen Umfang des Larynx bis zum Rande seiner Rachenmündung verhüllt, welcher in die Höhle des Schlundkopfes hereinragt. Die Mucosa des Kehlkopfraumes erscheint demgemäss als unmittelbare Fortsetzung der Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle sowie des Rachens, welche unter Bildung des Randes der Pars libera epiglottidis, der Plicae aryepiglotticae und der Incisura interarytaenoidea in jene übergehen.

Die normalmässig fast überall gleichförmig gelbröthliche und nur an den unteren Stimmbändern blassgelbliche Schleimhaut der Kehlkopfhöhle bietet eine an verschiedenen Stellen zwischen $^1/_5$ und $^1/_{10}$ Millimeter wechselnde Dicke, sowie auch in anderer Hinsicht nicht überall die gleichen gröberen Qualitäten dar. Es ist daher ohne Zweifel für die Beurtheilung derselben förderlich, sie nach ihrem Verhalten an der vorderen und hinteren Wand, sowie an den Seiten des Cavum laryngis in gesonderte Betrachtung zu ziehen.

Die Schleimhaut der vorderen Seite des Kehlkopfraumes breitet sich über der hinteren Fläche der nach abwärts allmälig schmaler werdenden Cartilago epiglottidis, sowie des Lig. thyreoepiglotticum, ferner in der den Zusammenstoss der beiderseitigen Stimmbänder und Morgagnischen Taschen bezeichnenden Fovea centralis, im weiteren Verlaufe hinter der unteren Hälfte des Winkels der Cartilago thyreoidea, hinter dem sogenannten Lig. conoideum, sowie hinter dem Bogen des Ringknorpels aus. Zwischen den Ursprüngen des beiderseitigen Musc. thyreo-arytaenoideus, also in der unteren Hälfte des Winkels der Cartilago thyreoidea, ist die vordere Wand auf eine schmale Spalte reduzirt, welche nach unten allmälig in eine breite Rinne übergeht. Die zwischen den vorderen Enden der wahren Stimmbänder befindliche, eine mediane Reihe von Drü-

senmündungen zeigende, den spitzen Winkel ausfüllende Schleimhautcommissur erscheint bei weit geöffneter Stimmritze von oben her gesehen wie eine nach hinten allmälig breiter werdende, daselbst concav endigende Falte [1]), welche steil nach hinten abfällt und durchschnittlich 5 Millimeter lang ist. Diese beim Anspannen in die Quere als Falte erscheinende Commissur ist der Ausdruck eines stumpfwinkeligen Vorsprunges der Schleimhaut, welcher beim Uebergange des mittleren Kehlkopfraumes in den unteren durch die hier sich ändernde Richtung der Wandung erzeugt wird.

Im ganzen Bereiche der vorderen Wand des Kehlkopfraumes ist die Schleimhaut so straff an ihre Unterlage angeheftet, dass sie weder verschoben noch in Falten gelegt werden kann. An der hinteren Seite des freien Theiles der Epiglottis, sowie auch im mittleren Bezirke der Pars infrahyoidea hängt dieselbe unmittelbar mit dem Perichondrium zusammen, indessen hier lateralwärts unter der Schleimhaut eine von innen nach aussen allmälig bis zu $1\frac{1}{2}$ Millimeter dicker werdende, hauptsächlich aus Drüsen bestehende Schichte zwischen die Mucosa und den Knorpel eingeschoben ist.

Die Innenfläche der hinteren Wand des Cavum laryngis stellt, ohne durch irgend welche Vorsprünge oder Vertiefungen unterbrochen zu werden, vom unteren Rande der Platte des Ringknorpels an bis hinauf zur Incisura interarytaenoidea, eine in dieser Richtung allmälig schmaler werdende Rinne dar. Sie geht unten unmerklich, oben dagegen zwischen den medialen Rändern der vorderen Fläche der Pyramidenknorpel unter Bildung mehr oder weniger deutlicher Furchen in die Seitenwände über, welche hinter den Morgagni'schen Taschen und hinter den Stimmbändern einen Zusammenfluss der Wände aller drei Etagen des Kehlkopfraumes zu einer gegen die hintere Mittellinie geneigten, nach rückwärts-auswärts gewölbten, ansteigenden Fläche erfahren, an welcher sich nur die Cartilago Wrisbergii, sowie, jedoch in geringerem Grade, der mediale Rand der vorderen Seite des Pyramidenknorpels als Reliefs erheben. An der vorderen, ausgehöhlten Seite der Platte des Ringknorpels ist die Schleimhaut völlig glatt und unverschiebbar. Die zwischen den Pyramidenknorpeln befindliche, in der Gleichgewichtslage derselben 4 Mm. breite Abtheilung des Hintergrundes der Kehlkopfshöhle besitzt

1) Vgl. V. v. Bruns, die Laryngoskopie und die laryngoskopische Chirurgie. Tübingen 1865. Atlas Tafel II. Fig. 11 und 12.

dagegen eine Schleimhaut, welche in mehrere longitudinale Fältchen gelegt ist, die aber durch Verflachung der Rimula ausgeglichen werden. Die mit Drüsenmündungen reichlich versehene Schleimhaut steht hier überdies mit der vorderen Fläche des Musc. arytaenoideus transversus, um der Drehung der Pyramidenknorpel von aussen kein Hinderniss entgegen zu setzen, durch einen lockeren, dehnbaren Zellstoff im Zusammenhange.

An den Seiten der Kehlkopfhöhle erfährt die Mucosa laryngis ihre grösste Ausbreitung, indem sie hier das innere Blatt der Plica ary-epiglottica, ferner den Ueberzug der Stimmbänder und der lateralen Wand des unteren Kehlkopfraumes, sowie endlich die Auskleidung der Morgagni'schen Taschen darstellt. Das innere Blatt der gegen ihren freien, ausgeschweiften Rand zum Theil saumartig dünnen, gegen das Taschenband hin allmälig eine Dicke von 4 Millimeter zeigenden Plica ary-epiglottica geht mit ihrer Unterlage eine nur lockere Verbindung ein. Sie bildet mit der vorderen Wand des Cavum laryngis, soweit diese die Cartilago epiglottidis und das Lig. thyreo-epiglotticum zur Grundlage hat, einen Flächenwinkel der von beiden Seiten her zur Bildung einer medianen Furche tendirt, welche in die Fovea centralis einmündet. Diese aber erscheint als die Stelle des Zusammenflusses der vorderen Enden der Stimmbänder und Morgagnischen Taschen, welche sich demgemäss bis zur vorderen Wand der Kehlkopfhöhle erstrecken. Nach rückwärts zieht die Lamina interna der Plica ary-epiglottica über die Cartilago Wrisbergii und Santorini hinweg, um in der Höhe der Rimula in die Schleimhaut der vorderen Wand des Pharynx umzubiegen. Da nun aber weder die Stimmwände noch die Morgagni'schen Taschen das hintere Ende der Seitenbänder erreichen, findet namentlich während der Auswärtsdrehung der Pyramidenknorpel keine scharfe Abgrenzung zwischen der hinteren Wand und den Seiten der Kehlkopfhöhle statt.

Mit dem den horizontalen Schenkel der Glandula Morgagnii darstellenden Drüsenwulste, welcher den hauptsächlichen Inhalt des sogenannten Taschenbandes bildet, hängt die Schleimhaut durch Zellstoff zusammen, der sich ohne scharfe Grenze zwischen die Drüsenkörner verliert. In der Morgagni'schen Tasche haftet die Mucosa ziemlich locker an der fleischigen Unterlage, ist aber nicht durchgreifend glatt, sondern insbesondere in der Gegend der beiden Enden mit flachhügeligen, kleinen Vorsprüngen versehen, welche

von Drüsen herrühren. Die unteren Stimmbänder sind in ihrer ganzen Ausdehnung d. h. etwa 4 Mm. gegen die Ventrikel und eben so weit nach unten durch eine zarte, gänzlich drüsenlose Schleimhaut verhüllt, welche an ihrer Unterlage nur durch eine dünne Zellstoffschichte so locker angeheftet ist, dass sie leicht verschoben und selbst in Fältchen erhoben werden kann. Etwa 1½ bis 1 Mm. nach abwärts vom freien zugeschärftem Bande des unteren Stimmbandes verläuft mit ihm parallel eine Furche, welche sich gegen die Spitze des Stimmfortsatzes der Cartilago arytaenoidea verliert und als Grenze des dichter angehäuften zur Bildung jenes Bandes tendirenden und die eigentliche Chorda vocalis darstellenden elastischen Gewebes zu betrachten ist.

II. Die Textur der Schleimhaut des Cavum laryngis.

Unter den Bestandtheilen, welche in die Zusammensetzung der Schleimhaut des Kehlkopfraumes eingehen, hat man das Epithelium, eine subepitheliale Schicht, ein Fasergerüste, Gefässe und Nerven zu unterscheiden und in spezielle Betrachtung zu ziehen.

I. Das Epithelium der Kehlkopfschleimhaut.

Nachdem man früher der Kehlkopfschleimhaut in ihrer ganzen Ausbreitung ein Flimmerepithelium zugeschrieben hatte, wurde später der Nachweis geliefert, dass dies nicht durchgreifend der Fall ist. Die erste in der Literatur niedergelegte Angabe über die im Kehlkopfe des erwachsenen Menschen gesetzmässig wechselnde Formation des Epithelium rührt von Carl Fr. Naumann [1]), dem Professor der Anatomie zu Lund, her. Die treffliche, wie es scheint bis jetzt in Deutschland unberücksichtigt gebliebene Schrift des genannten Forschers, welche unter Anderem auch schon den von L. Merkel aufgeführten Musc. kerato-cricoideus als »Musc. crico-thyreoideus posticus« auf Taf. II Fig. 6m zur Ansicht bringt, spricht sich über die nicht überall gleiche Beschaffenheit des Epitheliums der Kehlkopfschleimhaut und namentlich darüber aus, dass dasselbe entlang dem Rande der unteren Stimmbänder durch plättchenförmige Zellen gebildet werde.

Zur allgemeinen Kenntniss ist aber die wahre Beschaffenheit des Epitheliums der Kehlkopfhöhle erst durch die Arbeiten von

---

1) Om byggnaden af luftröhrschufvudet hos den fullväxta menniskan Lund 1851.

Hermann Rheiner[1]) gelangt, nach dessen Untersuchungen der Rand des Ostium pharyngeum laryngis bis zu einer Tiefe von 4 bis 6 Mm. von einem Pflasterepithelium überschritten wird, das mit jenem der Rachenhöhle continuirlich ist. Ebenso besteht das Epithelium der wahren Stimmbänder nach dem Zeugnisse der Erfahrung aller Beobachter an ihrem vorspringenden Rande aus grossen, platten, eckigen Zellen, welche einen etliche Millimeter breiten Streifen zusammensetzen. Im übrigen Kehlkopfraume wird das Epithelium hauptsächlich durch lang gezogene, gegen die Tiefe meist fadenförmig auslaufende Flimmerzellen gebildet. Zwischen beiden Sorten von Epithelien finden allerlei Uebergangsformen statt, welche auch schon von Naumann ausführlich beschrieben und abgebildet worden sind.

2. Die subepitheliale Schichte der Kehlkopfschleimhaut.

Als nächste Unterlage der tiefsten Elemente des Epitheliums wurde von H. Rheiner[2]), wie schon bemerkt, eine intermediäre Grenzmembran aufgeführt. Er bezeichnet dieselbe als schmalen Saum homogener, vollkommen durchsichtiger Bindesubstanz, der sich zuweilen als selbstständige Schicht förmlich abzuheben scheint, in den meisten Fällen aber mit der Grundsubstanz der unterliegenden Schleimhaut ein Continuum bildet und blos eine faserlose Partie derselben darstellt. Nach eigenen Wahrnehmungen kann ich diese Angaben nur auf die Schleimhaut der unteren Stimmbänder beziehen, an welchen allerdings eine homogene helle Grenzschichte von wechselnder Dicke sich in der Regel an das Epithelium anschliesst. Doch darf nicht unerwähnt bleiben, dass bis zu diesen Qualitäten alle möglichen Uebergänge vorkommen, indem die Grenzschichte namentlich häufig eine der Oberfläche parallele Streifung oder auch eine wirkliche Zerklüftung in platte Faserzüge, ausserdem öfters die Einlagerung zellenartiger Elemente zu erkennen gibt. In der übrigen Ausbreitung der Schleimhaut des Cavum laryngis ist mir nie eine Formation begegnet, welche als deutliche hyaline Grenzmembran hätte gedeutet werden können, vielmehr hat sich hier die fibrilläre Bindesubstanz stets bis unmittelbar an das Epithelium erstreckt.

---

1) Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg. Würzburg 1852. Bd. III. S. 222.

2) Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Inauguralabhandlung. Würzburg 1852. S. 38.

Fast durchgreifend hört die subepitheliale Schichte mit gleichförmiger Fläche auf, indem sie sich jenseits des Randes der Kehlkopfmündung nur an wenigen Stellen zu Gefässpapillen erhebt, die aber auch ihrerseits in Betreff der Anzahl und Grösse unter sich nicht übereinstimmen. Sehr sparsam und kurz werden dieselben an den wahren Stimmbändern gefunden, wo sie mitunter nur als flache Hügelchen sich bemerklich machen, die im Epithelium versteckt sind. In grösserer Anzahl und viel stärkerer Ausbildung habe ich Papillen von theilweise wahrhaft zottenähnlicher Form im Hintergrunde des Cavum laryngis neben der Incisura interarytaenoidea ohne Ausnahme angetroffen, so dass es also jedenfalls unrichtig ist, wenn Rheiner der Kehlkopfschleimhaut jedwede Papillenbildung gänzlich abspricht.

Sowohl der an den meisten Stellen der Kehlkopfschleimhaut obwaltende gänzliche Mangel einer structurlosen Grenzmembran, als auch die an den unteren Stimmbändern wechselnde Ausbildung derselben gestattet nicht, sie als spezifische und gesetzmässige subepitheliale Bildung anzusprechen. Dagegen muss als solche eine anders beschaffene Schichte von wandelbarer Dicke erklärt werden, welche nie und nirgends fehlt. Sie besteht aus einer kurz- und feinfaserigen Bindesubstanz, in welche zahlreiche Formelemente anderer Art eingestreut sind. Dieselben erscheinen als grössere und kleinere zart granulirte Körperchen, an welchen sich mitunter Spuren der Vermehrung durch Theilung bemerklich machen. Sie bestehen aus einem deutlichen Nucleus und aus einer Protoplasmarinde, welche den Kern öfters in so dünner Schichte umschliesst, dass derselbe nackt zu sein scheint. Bei aller Constanz dieser rundlichen Protoplasmaklümpchen ist ihre Anzahl doch wechselnd und wurde von mir an den unteren Stimmbändern in allen Fällen geringer als anderwärts in der Schleimhaut des Kehlkopfes vorgefunden. Ihre Vertheilung ist an kein bestimmtes Gesetz gebunden und jedenfalls ordnungslos, so dass man nur eben sagen kann, dass sie sich bis nahe an die tiefste Zellenlage des Epitheliums erstrecken und in das gröbere Fasergerüste der Mucosa nur sehr vereinzelt übergreifen. Die an zureichend feinen Durchschnitten schon ohne Anwendung von Essigsäure erkennbaren Formelemente kommen erst nach Zusatz jenes Mittels mit voller Deutlichkeit zum Vorschein und können jetzt mit Sicherheit von den Kerngebilden unterschieden werden, welche den Wänden der Capillaren und dem Perineurium der zarten Nervengeflechte angehören.

Es dürfte kaum einem Zweifel unterliegen, dass jene an der Kehlkopfschleimhaut bisher unbeachtet gebliebene subepitheliale Zellenformation vollkommen mit derjenigen übereinstimmt, welche G. Burckhard [1]) an der Mucosa des Harnapparates nachgewiesen hat. Der subepitheliale Zellstoff schliesst auch hier eine Anzahl von Zellen ein, die kugelig und oval geformt sind. Sie sind daselbst meist zu drei oder vier Lagen übereinandergeschichtet und ebenfalls von einander durch kurzfaseriges Bindegewebe getrennt.

Burckhardt nimmt keinen Anstand, diese in einem subepithelialen Faserstroma enthaltenen Zellenmassen als »Matrix des Epithelium« zu erklären und ihr eine wichtige Theilnahme an den Vorgängen der Entzündung zuzuschreiben. Nachdem man mehr und mehr zur Annahme berechtigt ist, dass keine selbstständige Theilung der Epithelialzellen, überhaupt keinerlei Regeneration oder Vervielfältigung derselben aus sich stattfindet, sieht man sich genöthigt, ihre Entstehung aus gewissen Einlagerungen des Stroma einzuräumen. Wenn auch die Lehre von den sogenannten »Wanderzellen« noch Manches zu wünschen übrig lässt, so glaube ich doch bis auf Weiteres auch die geschilderten Elemente der subepithelialen Faserschichte der Kehlkopfschleimhaut zu ihnen rechnen und geradezu als Matrix des Epithelium erklären zu müssen.

3. Das Fasergerüste der Kehlkopfschleimhaut.

Ungeachtet die fibrilläre Grundlage der Mucosa laryngis sich fast durchgreifend bis zum Epithelium erstreckt, mag es doch gestattet sein, als »Fasergerüste im engeren Sinne« diejenige Schichte ihres Gewebes zu bezeichnen, welche jener mit der Bildung des Epithels in Beziehung stehenden Zelleneinlagerung entbehrt. Diese Beschränkung des Begriffes dürfte übrigens schon deshalb gerechtfertigt sein, weil die ohnehin zartere, aus kurzen Zügen bestehende subepitheliale Faserung gegen die Zellen häufig sehr zurücktritt, und erst in der Richtung gegen das submucöse Gewebe ihre volle Ausprägung erfährt. Ihre der Oberfläche parallele Faserung wird zusammengesetzt durch Zellstoffbündel von exquisit wellenförmigem Verlaufe, sowie von ungemein zahlreichen, feinen, elastischen Fibril-

1) Das Epithel der ableitenden Harnwege. R. Virchow's Archiv, für pathologische Anatomie etc. Bd. XVII. S. 94.

len, welche gegen die Oberfläche hin sparsamer werden und in der bekannten Weise mannigfach gekrümmt sind. Zwischen den Faserzügen und zum Theil innerhalb der Zellstoffbündel liegen spindelförmige Körperchen, die durch Zerzupfen des Objectes frei gemacht werden können und an feinen mit Essig aufgeklärten Durchschnitten der Schleimhaut nach ihren räumlichen Beziehungen deutlich zu Tage treten. Der oblonge, fein granulirte Nucleus dieser Körper ist grösstentheils von einer so dünnen Rindenschichte umschlossen, dass sie bei flüchtiger Betrachtung zu fehlen scheint und jedenfalls nur bei starker Vergrösserung deutlich sichtbar ist. Ueber die abgerundeten Enden der Kerne ragt dagegen die Rinde stärker vor und setzt sich nun in fadenförmige, dunkel aber einfach contourirte Ausläufer fort, die mehr oder weniger geschlängelt sind. Diese »geschwänzten Bindegewebskörperchen« sind übrigens nicht auf das gröbere Fasergerüste beschränkt, sondern kommen vereinzelt auch in der subepithelialen Schichte vor, wo sie mit ihrer Längenaxe ebenfalls eine den Faserzügen folgende Richtung haben.

4. Die Blutgefässe der Kehlkopfschleimhaut.

Weder hinsichtlich ihrer Menge noch auch der Anordnung nach bieten die feineren, im Gewebe der Kehlkopfschleimhaut verlaufenden Blutgefässe, deren feinste Capillarität bis unmittelbar an das Epithelium reicht, allenthalben die gleichen Verhältnisse dar. In der durch eine dünne Schichte eines lockeren Zellstoffes auf ihrer elastischen Unterlage leicht verschieb- und faltbaren Schleimhaut der unteren Stimmbänder sind die Gefässchen, wie schon aus der blassgelben Farbe dieser Membran hervorgeht, sparsamer als anderwärts vertreten. Auch sind hier die gröberen Zweige, welche bei der laryngoskopischen Untersuchung bisweilen als rothe, durchschimmernde Streifchen ohne Vorhandensein eines anomalen Zustandes gesehen werden, dadurch sehr bestimmt charakterisirt, dass sie einen exquisit longitudinalen, dem Zuge der Stimmbänder folgenden Verlauf nehmen. Die seitlich aus den parallel neben einander liegenden, theilweise gabelig sich spaltenden Gefässchen hervorgehenden Zweige verbinden sich untereinander zu einem Netze, dessen Maschen verhältnissmässig weit, aber nach Form und Grösse sehr ungleich sind.

An allen anderen Localitäten der Kehlkopfschleimhaut lösen sich die nach den verschiedensten Richtungen verlaufenden Blutgefässe alsbald nach ihrem Eintritte in das Gewebe derselben zu einem

gröberen Maschenwerke auf. Aus diesem geht ein polygonales, stellenweise sehr engmaschiges Capillarnetz hervor, dessen Bestandtheile um so feiner werden, je weiter gegen die Oberfläche hin sie ihre Ausbreitung finden.

5. Die Nerven der Kehlkopfschleimhaut.

Von dem eminenten Reichthume des Gewebes der Mucosa laryngis an Nerven kann man sich sofort leicht überzeugen, wenn man Stückchen derselben nach einiger Maceration in verdünnter Salzsäure zur mikroskopischen Betrachtung bringt. Es ist nicht mit den mindesten Schwierigkeiten verbunden, zarte, zum Theil wahrhaft netzartige Geflechte darzulegen, welche das Resultat der Trennung und gegenseitigen Wiedervereinigung feiner, oft nur etliche Fasern enthaltender Zweige sind, die ein an grossen, oblongen Kernen ungemein reiches Perineurium besitzen. An dieser oder jener Stelle des Geflechtes scheidet bisweilen eine einzelne Primitivfaser aus, welche nach Bildung einer kürzeren oder längeren Schlinge zu demselben wieder zurückkehrt. In Ermangelung anderweitiger Ergebnisse seiner Untersuchungen hat sich Carl Fr. Naumann [1]) schliesslich veranlasst gesehen, jene relativ gröberen Verhältnisse der Nervenanordnung als Ausdruck ihrer Endigung im Gewebe der Schleimhaut zu erklären und in ihr demgemäss »Plexus und Ansae terminales« zu unterscheiden.

Eine tiefer greifende mikroskopische Analyse zweckmässig vorbereiteter Objecte belehrt jedoch darüber, dass die wahre Endigung der Nerven mittelst eigenthümlicher Organe geschieht. Es sind birnenähnlich geformte oder ovale durchscnittlich 0,0035 Mm. breite Körperchen, an welchen aber keine isolirbare membranöse Hülle nachzuweisen ist. Zu jedem solchen Körperchen erstreckt sich ein feiner Axencylinder, der in demselben, bald höher bald tiefer, abgerundet und meist etwas aufgetrieben endet. Die das knopfförmige Ende des Axencylinders umgebende, sich jedoch der fast gleichen lichtbrechenden Eigenschaft wegen von demselben nicht immer scharf abgrenzende Substanz des Körperchens zeigt sich meist ganz homogen, indem sie nur ausnahmsweise eine wechselnde Anzahl feiner Molecüle einschliesst. Unter den bis jetzt geschilderten Endigungsweisen sensibler Nerven bietet die von mir in der Schleimhaut des Kehlkopfes ge-

1) A. a. O. Tafel VI.

fundene Art die grösste Aehnlichkeit mit derjenigen dar, welche von Frey,feld-Szabadföldy [1]) aus der Zungenschleimhaut beschrieben worden ist. Insbesondere zeigen unsere Endorgane eine nahe Uebereinstimmung mit den Formen, welche der genannte Autor in Fig. 4 abgebildet hat.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. VIII.

Fig. 1. Feinste Gefässanordnung in der Schleimhaut der wahren Stimmbänder. 30 Mal vergr.

Fig. 2. Capillares Blutgefässnetz der Schleimhaut d. Taschenbänder. 30Mal vergr.

Fig. 3. Durchschnitt der Schleimhaut der Taschenbänder in 500maliger Vergr. a. Flimmerepithelium. b. Subepitheliale Schichte mit der die Matrix des Epithelium darstellenden Schichte. c. Gröberes Fasergerüste der Schleimhaut.

Fig. 4. Durchschnitt der Schleimhaut der wahren Stimmbänder in 500maliger Vergr. a. Pflasterepithelium, dessen tiefste Schichte annähernd cylindrisch geformte Elemente enthalten. b. Subepitheliale Schichte mit ihrer Zelleneinlagerung. c. Fasergerüste mit zahlreichen geschwänzten Bindegewebskörperchen.

---

1) R. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie. Bd. XXXVIII. S. 183. Tafel IV.

Ueber ein eigenthümliches optisches Verhalten der quergestreiften Muskelfaser.

Von

Dr. **C. L. Heppner** aus St. Petersburg.

(Aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien.)

Hierzu Taf. IX und ein Holzschnitt.

Seit geraumer Zeit damit beschäftigt, in dem Laboratorium des Herrn Professor Stricker die sichtbaren Veränderungen der quergestreiften Muskelfaser während ihrer Contraction zu studiren, wurde meine Aufmerksamkeit durch die neuerdings publicirten Forschungen auf die rein morphologische Seite dieser Frage gelenkt.

Die Arbeiten von W. Krause und V. Hensen haben in neuester Zeit sowohl für die Structur als Function der quergesreiften Muskelfaser ganz neue Gesichtspunkte aufgestellt. Auf Grund zahlreicher Controlversuche bin ich gezwungen, den von diesen Autoren ausgesprochenen Meinungen entgegenzutreten und halte es daher für nöthig, das Wichtigste dessen, was Krause und Hensen gesagt haben, als die Thesen, welche ich zu widerlegen habe, in folgendem mitzutheilen.

Nach Krause (Ueber den Bau der quergestreiften Muskelfaser. Zeitschr. f. rat. Med. 1868 S. 265—270) soll man bei der Flächenansicht in der Muskelfaser helle, flüssige isotrope Querbänder, die durch Querlinien halbirt werden und dunkle, feste, anisotrope Querbänder zu Gesicht bekommen. Auf dem Querschnitte erblickt man ein Netz von Linien, die sich ganz wie die Querlinien verhalten. Aus diesen Befunden zieht Krause folgende auf die Morphologie des Muskelbündels Bezug habende Schlüsse: Die Querlinien sind

Membranen, die das Muskelrohr der Quere nach in Muskelfächer abtheilen und für je zwei aneinander gränzende Flächen derselben nur einfach vorhanden sind. Der Länge nach wird der Muskelschlauch hingegen von einem Röhrensystem durchsetzt, dessen Anordnung in den auf dem Querschnitte sichtbaren netzförmigen Linien ihren Ausdruck findet. Die Hüllen der einzelnen Röhren sind an den Contactflächen nicht gemeinschaftlich, wie das bei den als Querlinien zur Ansicht gelangenden Membranen der Fall ist, sondern es besitzt jedes Röhrchen seine selbstständigen Wandungen, die an den Contactflächen von ihren Nachbarn durch die interstitielle Flüssigkeit und durch Fetttröpfchen geschieden werden. Durch das Ineinandergreifen der queren Muskelflächen und des longitudinalen Röhrensystems wird die Muskelfaser in eine Menge wie Bienenwaben über einander gereihte Muskelkästchen zerlegt, von denen jedes eine mit seinem obern oder untern Nachbarn gemeinschaftliche Grundmembran (als Theil der Querlinie) und mehrere selbstständige Seitenmembranen besitzt. Der Inhalt eines Muskelkästchens besteht aus dem festen, dasselbe nicht ganz ausfüllenden Muskelprisma und einer im oberen und untern Abschnitte des Kästchens befindlichen Flüssigkeit, der Muskelkästchenflüssigkeit. Bei der Contraction sollen die Muskelprismen sich mit ihren Basen einander nähern und die Muskelkästchenflüssigkeit von den Grund- zu den Seitenflächen des Muskelkästchens ausweichen.

Hensen (Ueber ein neues Strukturverhältniss der quergestreiften Muskelfaser. Arbeiten des Kieler physiologischen Instituts 1868 S. 1 bis 26) sah an Muskeln sowohl von Wirbelthieren als von Wirbellosen eine Theilung der contractilen Substanz (Querscheibe), durch eine bald helle, bald dunkle feinkörnige Linie (Mittelscheibe) in zwei Hälften. Die so getheilten Querscheiben werden durch die schwach lichtbrechende für gewöhnlich hell bei Schrägstellung des Spiegels aber dunkel erscheinende Zwischensubstanz von einander geschieden. Bei der Untersuchung im polarisirten Licht erscheint die Querscheibe doppeltbrechend, die Mittelscheibe dagegen einfach lichtbrechend.

Was die biologischen Deductionen betrifft, so stellt sich Hensen den Muskel als einen Apparat vor, der nach den Principien des Electromagnetismus aus kleinen, sich anziehenden Partikeln zusammengesetzt ist. Letztere sollen die Querscheibe zusammensetzen und durch eine, bei der gegenseitigen Attraktion stattfindenden Com-

pression der elastischen Zwischensubstanz, Verkürzung der ganzen Muskelfaser hervorbringen.

Wenn wir uns vor Allem fragen, welche eigentlich die neuen Entdeckungen sind, auf welche sich Krause und Hensen stützen, so lässt sich darauf vorerst schwer eine direkte Antwort geben; denn wenn wir den Angaben dieser Autoren folgen, begeben wir uns eines ausgezeichneten Hilfsmittels der Verständigung, das ist der Unterscheidung zwischen einer einfach-brechenden Zwischensubstanz und einer doppelt-brechenden contractilen Substanz, welche Hensen wie Krause in eigenthümlicher Weise untereinander geworfen haben. — Wir wollen daher die Objecte selbst zu Rathe ziehen und von der Beobachtung geleitet, den neuen Anschauungen folgen. Die Darstellung bezieht sich ausschliesslich auf die lebenden Muskelfasern des Hydrophilus piceus. Ich habe auch die Muskeln mehrerer Wirbelthiere (Mensch, Hund, Katze, Ratte, Frosch etc.), sowie die des Flusskrebses frisch und mit Spiritus, Säuren oder Salzlösungen behandelt, untersucht und mich überzeugt, dass sie für diesen einen Zweck nicht mehr lehren als die zuerst genannten.

Die frische, nicht gequetschte und ruhende Faser des Hydrophilus-Muskels ist ein cylindrischer Strang, an dem man ohne Zusatz von Reagentien bekanntlich eine scharf markirte Theilung in querliegende Zonen wahrnimmt. Bei medianer oder 45° gegen den Horizont geneigter Spiegelstellung bemerkt man je eine breite, matt hell aussehende Zone (Taf. IX a) auf die zu beiden Seiten eine schmälere, glänzende und hellere Zone (b) folgt; an diese reiht sich jederseits eine Linie (c), welche bei schwacher Vergrösserung als ein gleichmässiger dunkler Streifen, bei starker (800—1000) aber granulirt erscheint. Aus dem Aufbau der Muskelfaser aus diesen drei, vorläufig nur durch ihre verschiedene Lichtstärke unterschiedenen, Zonen, leuchtet ein, dass auch der granulirte Streifen jederseits von einer hellen glänzenden Zone begrenzt ist. Diese beiden, eine dunkle Linie einschliessenden glänzenden Zonen will ich, vorläufig Hensen folgend, zusammenfassen und kurzweg das glänzende Band nennen. — Die Contourirung dieses glänzenden Bandes ist in den meisten Fällen so scharf oder kann bei geeigneter Einstellung des Mikroskopes so scharf gezeichnet werden, dass es in der That nicht leicht wird, sich von dem Gedanken loszusagen, man habe es hier mit einem wirklichen Gebilde zu thun. Ist man aber so glücklich, eine Muskelfaser zur Ansicht zu bekommen, welche diametral durch das

Sehfeld des Mikroscopes läuft, so wird man jedesmal finden, dass, bei sich gleich bleibender Einstellung, nie alle glänzenden Bänder, die man übersehen kann, ein gleiches Verhältniss zu den sie halbirenden dunklen Streifen haben. Hat man z. B. den in der Mitte des Sehfeldes liegenden Abschnitt der Faser so eingestellt, dass das glänzende Band von dem körnigen Streifen halbirt wird, so erscheinen die gegen den einen oder den andern Rand des Sehfeldes liegenden Zeichnungen so angeordnet, dass die dunkle Linie allmählig ihre Lagerung im glänzenden Bande ändert, d. h. sich gegen den einen oder andern Rand desselben hinbegiebt (Vergl. Taf. IX). Nimmt man die Abstände je zweier dunkler Streifen ins Auge, so erfährt man bald, dass sich diese nicht ändern, sondern dass die glänzenden Querbänder es sind, welche die Verschiebung erleiden.

Durch Veränderung der Einstellung kann das Verschieben des glänzenden Bandes so sehr gesteigert werden, dass es fast bis zur Mitte der matthellen Substanz gebracht werden kann, wobei es jedoch seine scharfe Contourirung einbüsst. Man kann ferner Stellen hervorbringen, wo das glänzende Band gänzlich fehlt und nur matthelle Zonen mit granulirten Streifen abwechseln (Taf. IX a'. c'.), kurz wo man im Sinne Rolletts (Untersuchung zur näheren Kenntniss des Baues der quergestreiften Muskelfaser. Sitzungsber. der Wiener Acad. d. Wissensch. Bd. 24. 1857. S. 292) breite Hauptsubstanz und schmälere Zwischensubstanz-Scheiben mit einander wechseln sieht. Noch weit auffallender als durch die veränderte Einstellung wird das Phänomen der Wanderung des glänzenden Bandes durch Aenderung der Spiegelstellung zur Anschauung gebracht. Um frappante Bilder zu erhalten, leistet ein Planspiegel bessere Dienste als ein concaver und dann eignet sich Lampenlicht besser dazu als diffuses Tageslicht. Die Ortsveränderung des lichten Bandes tritt sowohl bei Drehung des Spiegels um die laterale als sagittale Horizontalaxe ein. Am auffallendsten werden aber die Wandererscheinungen des glänzenden Bandes wahrgenommen, wenn man sein Präparat durch ein Mikroskop mit drehbarem Tisch untersucht. Je nachdem die Querstreifung des Muskelbündels ihre Stellung zur Beleuchtung wechselt, ändert sich auch das Ansehen und Verhältniss des glänzenden Bandes in der so eben angegebenen Weise.

An dem Querschnitt des lebenden Hydrophilusmuskels fällt ein ähnliches Verhalten, wie bei der Flächenansicht auf.

Da, wo an den Grenzen der einzelnen Sarcons elements fein-

granulirte schmale Linien zu sehen sind, erscheinen neben diesen auch glänzende Streifen, die alle genannten Eigenschaften der glänzenden Bänder aufweisen. Bei dem oben angegebenen Verfahren der Spiegelwendung und Drehung des Tisches sieht man diese Linien sich verschieben, an einem Rande eines Präparats verschwinden, um an einem andern wieder aufzutauchen.

Aus dem Auseinandergesetzten ist es sofort klar, dass man bei verschiedenen Spiegelstellungen, bei verschiedenen relativen Lagen von Object und Spiegel überhaupt, bald Bilder sieht, welche bei der Flächenansicht der Muskelfaser auf ein einfaches Alterniren von hellen und dunklen, ungleich breiten Scheiben, und bald wieder auf eine Complication schliessen lassen, wie sie Hensen und Krause gesehen und in so verschiedener Weise gedeutet haben. Dass nicht alle Bilder auf anatomischen Grundlagen ruhen, braucht nicht erwiesen zu werden. Der Spiegel kann den Gang der Lichtstrahlen, nicht aber den Bau des Muskels beeinflussen. Welches Bild ist nun das richtige? Welches, mit andern Worten, hat eine morphologische Grundlage?

Zunächst werden wir annehmen müssen, dass der dunkle Streifen Ausdruck eines wirklichen Gebildes ist, da er bei allen Relationen zwischen Spiegel und Object unverändert bleibt. Dabei soll vorläufig davon abstrahirt werden, was die Verschiedenheit der Einstellung bewirkt. Wir gehen von einer und zwar von der obersten Mantelfläche einer ruhenden Faser aus, und hier sehen wir, dass die körnigen Streifen relativ dunkel bleiben, man mag den Spiegel stellen wie man wolle.

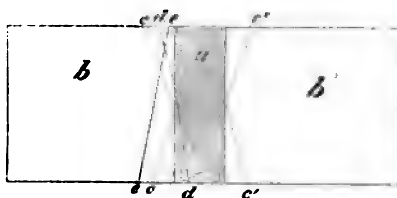
Sucht man die Faser zwischen gekreuzten Nicols auf, so stimmt nur dieser Streifen mit dem Gesichtsfelde überein; er ist dunkel, wenn das Gesichtsfeld dunkel ist und nimmt dessen Farbe an, wenn es durch eine Glimmerplatte gefärbt wird.

Die granulirten Streifen sind also einfach-brechend. Alles, was zwischen ihnen liegt, erscheint bei gekreuzten Nicols hell, ist also doppelt-brechend. Doch ist auch hier eine Verschiedenheit in der Lichtintensität zu constatiren, da auch im polarisirten Lichte glänzende Bänder gegen mattere aber noch helle Zonen abgesetzt erscheinen.

Recapituliren wir das Gesagte in Kürze, so ist also ein einfachbrechender Streifen, der sich im gemeinen Lichte dunkler als seine Umgebung darstellt, das eine Stück, welches wir festhalten müssen, und, wie die Sachen liegen, festhalten können, da dieser Streifen ja

mit der Querlinie *Krauses*, und mit der Mittelscheibe *Hensens* identisch ist. Diesem Streifen liegen helle, glänzende Bänder zur Seite, die bei wechselnder Spiegelstellung ihre Breite ändern und zwar von der Null aufwärts zu einer nicht gemessenen Breite. Auf diese glänzenden Bänder folgen die matten Zonen, deren Helligkeit die Mitte hält zwischen den dunkeln Streifen und den glänzenden Bändern. Die Breite auch dieser matten Zonen wechselt bei veränderter Spiegelstellung, aber sie wird bei dem nicht contrahirten Muskel niemals Null. *Die glänzenden Bänder allein sind es also, welche bei gewisser Spiegelstellung schwinden.*

Wenn Jemand mit der Behauptung aufträte, diese glänzenden Bänder seien lediglich der Ausdruck totaler Reflexion, sie schwinden, wenn die Incidenz des Lichtes diese ausschliesst und sie kommen wieder und nehmen an Breite zu, mit der Zunahme des Einfallswinkels, so könnte man ihn nicht stichhaltig widerlegen. — Denn denken wir uns in a eine Substanz von kleinerem und in b und b' je eine von grösserem Brechungsindex, in welche die Strahlen c und c' mit hinreichend grossem Einfallswinkel von unten her eindringen, um an der Grenze von b und a total reflectirt zu werden, dann muss an jeder Seite von a eine Zone von b liegen, welche heller als der Rest erscheint, denn diese Zone wird mehrfach beleuchtet, nämlich von den einfach gebrochenen Strahlen e, den total reflectirten c und von den aus a nach b gebrochenen Strahlen. Mit derselben Behauptung könnte man das Verschwinden und die wechselnde Breite vertheidigen, denn die Annahme der Verschiedenheit des Brechungsindex festgehalten, muss ja dieser Wechsel eintreten mit dem Wechsel der Richtung der Lichtstrahlen.



Der Versuch mit der Aenderung in der Neigung des Spiegels und der Drehung des Tisches ist so präcise, dass man aus diesem allein auf einen Unterschied in den Brechungsindices der beiden Substanzen schliesen könnte, und er ist wohl schon ein Beweis für die oben hypothetisch angeführte Behauptung. Gehen wir aber einen Schritt weiter, indem wir künstlich die Differenz der Brechungsindices der beiden Muskelsubstanzen ändern. Es ist das ein in der mikroskopischen Technik sehr gebräuchliches Verfahren. Lassen

wir ein Reagens zufliessen, welches die Muskelfaser gleichmässig infiltrirt, wie z. B. Alkohol, so ändert sich das Bild. Die glänzenden Bänder schwinden entweder gänzlich oder erblassen wenigstens ganz bedeutend und wieder haben wir nur breite matthelle Zonen zwischen dunkeln, schmalen, feinkörnigen Streifen. Indem beide Substanzen von Alkohol durchtränkt werden, müssen die Brechungsindices beider gegen den des Alkohols hin geändert, die Differenz somit verkleinert werden und es ist von selbst klar, warum jetzt die totale Reflexion nicht mehr in dem Grade wahrzunehmen ist, wie früher.

Ich habe schon erwähnt, dass Alles, was zwischen den einfach lichtbrechenden Streifen liegt, im gekreuzten Nicol hell erscheint. Nur ist auch hier ein matterer und ein hellerer, glänzenderer Theil zu unterscheiden. Ich weiss nicht, mit welchen optischen Hilfsmitteln man es noch erklären könnte, dass diese zwei Zonen, welche beide doppeltbrechend sein müssen, im gekreuzten Nicol verschiedene Helligkeit bieten. Zweifellos reichen die Vorgänge bei der totalen Reflexion hin, um Helligkeits-Unterschiede zu erklären.

Wir können also die Muskelfaser nicht anders ansehen, als sie Brücke (Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern mit Hülfe des polarisirten Lichtes. Denksch. d. Kais. Acad. d. Wissensch. in Wien. Bd. XV. S. 69—84. Taf. 1) gezeichnet hat: Sie ist im ruhenden Zustande zusammengesetzt aus einfachbrechenden schmalen und aus einer breiten doppeltbrechenden, oder, um mit Rollett zu sprechen, aus einer Zwischensubstanz von geringerem und einer Hauptsubstanz von grösserem Brechungsindex.

Die Mittelscheibe Hensen's ist, sowie die Querlinie Krause's nichts anderes als die schwächer lichtbrechende isotrope Zwischensubstanz, die Querscheibe Hensen's (l. c., vergl. Fig. 4. 5. 6., sowie S. 25) sowie die Muskelkästchenflüssigkeit Krause's sind Produkte der Spiegelung. Das Muskelprisma Krause's hat Hensen als Zwischensubstanz bezeichnet und es ist von selbst klar, dass hier jene Abschnitte der contractilen Substanz gemeint sind, welche nicht in den Bereich der totalen Reflexion fallen.

Die Bilder, auf welche Krause und Hensen, meines Wissens zuerst, hingewiesen haben, sind also in Wirklichkeit zu sehen. Die Beobachtungen dieser beiden Forscher haben auch unsere Kenntnisse bereichert; denn sie haben uns gelehrt, dass an den quergestreiften Muskelfasern mehr zu sehen ist, als das bekannte Schema

verträgt. Die Beobachtung beider Autoren stimmt auch darin überein, dass beide eine von einer dunklen Scheidewand getheilte Zone beschrieben haben. Die Differenz zwischen den Auffassungen beider liegt, soweit es die Beobachtung betrifft, nur darin, dass Hensen dasjenige Zwischensubstanz nennt, was Krause als den wichtigsten Bestandtheil, als Muskelprisma hinstellt. In der That liegt die Wahrheit zwischen beiden Angaben; das Muskelprisma sammt der Muskelkästchenflüssigkeit Krause's, die Zwischensubstanz und die Querscheiben Hensen's, sind nur auf Grundlage der Spiegelung auseinandergehalten: sie gehörten in toto der Hauptsubstanz an, sind in toto doppeltbrechend und von grösserem Brechungsindex als die dünne Zwischensubstanz-Scheibe.

Erklärung der Abbildung auf Taf. IX.

Muskelfaser von Hydrophylus piceus im ruhenden Zustande mit Immersionslinse Nr. 10 und Oc. Nr. 3 Hartnack auf circa 36 Cm. Distanz gezeichnet.

c. Zwischensubstanz.

a. und b. Hauptsubstanz.

Zur Histiologie der Vater-Pacinischen Körperchen.

Von

Dr. **Paul Michelsen** aus Königsberg i. Pr.

(Hiezu Tafel X.)

Wenngleich bereits eine sehr umfangreiche Litteratur der Histiologie der Vater-Pacinischen Körperchen existirt [1], so forderten dennoch die vielfach widerstreitenden Ansichten der bisherigen Beobachter zu einer Prüfung der streitigen Punkte mit Zuhülfenahme der neuern Unsersuchungsmethoden auf.

Mit Rücksicht darauf habe ich mich mit diesem Gegenstande beschäftigt und erlaube mir, im Nachstehenden die Resultate meiner im physiologischen Institut zu Königsberg unter der freundlichen Leitung des Herrn Dr. Gruenhagen ausgeführten Arbeiten, nachdem

1) Als die wichtigsten der neuern Schriften nenne ich nur die Arbeiten von:

Henle und Kölliker: Ueber die Pacinischen Körperchen. Zürich 1840.

W. Krause: Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. Hannover 1860.

Rauber: Untersuchungen über d. Vorkommen und d. Bedeutung der Vaterschen Körperchen. München 1867.

Leydig: Ueber die Vaterschen Körperchen d. Taube — Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 5.

Keferstein: Nachrichten von d. Georg-Augusts Universität u. d. Königl. Gesellsch. d. Wissensch. No. 8.

Hoyer: Ein Beitr. zur Hist. d. Pac. Körperchen. Reichert u. Du Bois' Arch. 1867 u. zur Hist. bindegewebiger Organe. Dass. Archiv. 1865.

Engelmann: Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 12.

Jacubowitsch: Comptes rend. vol. 50.

Ciaccio: Med. Central-Blatt Bd. 2.

sie in meiner Inaugural-Dissertation (Königsberg 1868) eine ausführlichere Besprechung gefunden haben, hier auszugsweise mitzutheilen.

Ueber die Entwicklung der Vater-Pacinischen Körperchen finden sich in der vorhandenen Litteratur nur spärliche Angaben [1]).

In dem Mesenterium von circa 7 Centimeter langen Katzen-Fötus war nach meinen Beobachtungen noch keine Spur von Vater-Pacinischen Körperchen zu entdecken, dagegen fand ich in solchen von circa 9 Centimeter Länge ovale Anhäufungen von Protoblasten (embryonalen Zellen) von circa 0,0135 Mm. Länge und 0,0075 Mm. Breite, in deutlichem Zusammenhange mit den das Mesenterium durchziehenden Nervenfasern. Dieselben lagen den grössern Nervenstämmchen dicht an und in wenigen Fällen bildeten sie auch das Ende eines solchen; unzweifelhaft müssen sie als frühe Entwicklungsstadien der Vater-Pacinischen Körperchen gedeutet werden.

Fig. I stellt ein Präparat dar, das, nachdem es 24 Stunden in Müllerscher Flüssigkeit gelegen hatte, mit Carmin imbibirt und unter Zusatz von $\overline{A}$ und Glycerin untersucht wurde.

Wie man sich aus dieser Abbildung, in welcher a den Nervenstamm, b die ovale Protoblasten-Anhäufung darstellt, überzeugt, so besteht die letztere aus centralen runden (1) und peripherischen spindelförmigen Protoblasten (2). — Die in Fig. I, 1 gezeichneten Gebilde bezeichne ich als Protoblasten (nach Kölliker) auf Grund der an frischen, nicht imbibirten, Präparaten gemachten Beobachtung, dass sie in einer fein granulirten zähen Masse, wie sie eben für das Protoplasma charakteristisch ist, eingebettet liegen, und keine nachweisbare Membran besitzen.

Die centralen, in mehreren Schichten über einander liegenden, rundlichen Körper haben einen grossen rundlichen Kern mit granulirtem Inhalt. Es ist auf ihre Aehnlichkeit mit den runden Protoblasten des embryonalen Bindegewebes des Mesenteriums (Fig. I, 3), deren grosse runde Kerne von einem zahlreichen, sehr feine Ausläufer entsendenden Protoplasma umgeben sind, aber auch auf ihre Aehnlichkeit mit den Ganglienzellen des Darms aufmerksam zu machen.

---

1) Vgl. bes. Pappenheim: Compt. rend. XXIII, cit. v. W. Krause (l. c.); Gerlach: Handb. d. Gewebelehre p. 407. Mainz 1848; Hoyer: l. c. Jahrg. 65 p. 208.

Die peripherischen, spindelförmigen und ebenfalls membranlosen embryonalen Zellen (Fig. I, 2) mit ovalen Kernen von körnigem Inhalt, welche in ihrem Aussehn vollkommen den embryonalen Bindegewebskörperchen des Mesenteriums (Fig. I, 4), sowie denen des Neurilems (Fig. I, 5) gleichen, sind offenbar zur Bildung der ersten Kapseln bestimmt; die Ausläufer der etwas regelmässiger angeordneten liegen dicht neben einander, ohne aber directe Communikationen einzugehen.

Wie aus Fig. I hervorgeht, konnte auf der vorliegenden Entwicklungsstufe noch keine Spur von der in das Vater-Pacinische Körperchen eintretenden Nervenfaser gesehen werden. Vielleicht rührt dies jedoch blos daher, dass die auf dieser Entwicklungsstufe noch nicht doppelt-kontourirte Nervenfaser durch ihre Zartheit dem Auge des Beobachters entgeht.

Die Vater-Pacinischen Körperchen neugeborner Katzen glichen vollkommen denen erwachsner, nur schien der Innenkolben verhältnissmässig breiter zu sein (ob kernhaltig, ist leider nicht untersucht worden). Die Kapseln waren weniger zahlreich (nur 6—9, während beim erwachsenen Thiere 40—60) und durch eine grössre Anzahl der sogenannten septa mit einander verbunden.

Der Innenkolben des Vater-Pacinischen Körperchens, der nach Kölliker, W. Krause, Hoyer, Rauber, Keferstein aus einer Art kernhaltigen Bindegewebes, nach Engelmann aus einer Anhäufung von Markscheide bestehen, nach Leydig das verdickte Ende der doppelrandigen Nervenfaser darstellen soll, wird nach meinen Untersuchungen aus einer kernlosen protoplasmaartigen Substanz gebildet.

Von den zarten längsgestellten (Fig. 2, a) und den rundlichen Kernen (Fig. 2, b), welche scheinbar dem Innenkolben angehören, traten die letztern zunächst nach Behandlung mit Moleschott-scher Kali-Lösung deutlicher hervor, während die erstern bereits an intakten Vater-Pacinischen Körperchen deutlich waren.

Beide Arten von Kernen liessen sich nach mehrtägiger Behandlung mit einer Lösung von concentrirter Oxal-Säure sehr schön mit Karmin imbibiren.

Die macerirende Wirkung der Oxal-Säure [1]) ermöglichte, bei

1) Dieselbe ist schon vor längrer Zeit von M. Schultze zur Isolation zelliger Elemente bei gleichzeitiger Erhaltung ihrer Form empfohlen worden. So z. B. M. Schultze's Arch. Bd. I p. 131.

Präparation mit sehr feinen Nadeln, ein allmähliges Abstreifen der Kapseln bis zu schliesslicher vollkommner Isolation des Innenkolbens und wurde auf diese Weise gefunden, dass der isolirte Innenkolben sich als eine durchaus kernlose Masse präsentirte.

Durch das mattglänzende, feingranulirte, homogene Aussehn desselben in frischem Zustande, durch sein Vermögen, sich mit Karmin sehr leicht zu imbibiren und durch Osmium-Säure gelblich gefärbt zu werden, glaube ich mich berechtigt, die den Innenkolben constituirende Substanz als eine protoplasmaartige bezeichnen zu dürfen.

Bezüglich der Terminalfaser kann ich nach meinen Untersuchungen, gegenüber den abweichenden Ansichten von Kölliker, W. Krause, Leydig u. A., die Auffassung Virchow's, Jacubowitsch's, Wagner's, bestätigen, nach welcher die Terminalfaser nichts anders ist, als ein nackter Axencylinder.

Dass dieselbe zuvörderst überhaupt die Fortsetzung der doppeltkontourirten Nervenfaser sei, ist durch die fettige Degeneration der Terminalfaser, welche nach Durchschneidung des die betreffenden Vater-Pacinischen Körperchen versorgenden Nerven eintritt, hinreichend bewiesen.

In einem nach dem Vorgange von W. Krause und Rauber von mir angestellten Experiment betraf die Durchschneidung den n. medianus, dessen ramus interrosseus die im Intercostalraum zwischen radius und ulna befindlichen Vater - Pacinischen Körperchen versorgt. Bei der, schon nach 4 Tagen vorgenommenen Obduction zeigten sich die Terminalfasern derselben bereits auf's Unzweideutigste in verschiedenen Stadien der fettigen Entartung (Fig. 6 und 7).

Die Angaben Rauber's[1]) über das Verharren der Fetttropfen ausschliesslich in der Axe des Innenkolbens und über die längliche Form derselben — Thatsachen, welche Rauber auf das Bestehen einer Membran hinzudeuten schienen, die den Tropfen nicht nur in seiner Lage erhält, sondern auch seine längliche Form erzwingt — diese Angaben scheinen erstens, nach meinen Untersuchungen, keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen zu dürfen. Denn, wie meine Abbildungen zeigen, fand ich, dass weder die Fetttropfen stets längliche Form haben, noch constant in der Axe des Innenkolbens ver-

1) l. c. p. 26.

harren; zweitens aber könnten immerhin die Fetttröpfchen eines, in einer zähflüssigen Masse degenerirten, nackten Axencylinders bezüglich des Platzes, den sie einnehmen, sich gerade so verhalten, als ob sie von einer Membran umschlossen wären. Dazu kommt noch, dass für die längliche Form der Tropfen in dem vom Deckgläschen auf das Präparat ausgeübten Drucke eine Erklärung zu finden wäre.

Darüber, dass die Terminalfaser die Form eines platten Bandes hat, also die gleiche Gestalt, in der auch der Axencylinder gewöhnlich auftritt, stimmen wohl die meisten Beobachter überein; auch das Verhältniss der Dicke der doppelrandigen Nervenfaser des Vater-Pacinischen Körperchens zur Dicke der Terminalfaser entspricht etwa dem gleichen Verhältniss zwischen einer Nervenprimitivfaser und ihrem Axencylinder. Die Terminalfaser theilt ferner mit dem Axencylinder einige wichtige mikrochemische Eigenschaften. Wie dieser besitzt sie das Vermögen, sich sehr leicht und vollkommen mit Carmin zu imbibiren und durch Osmiumsäure gelblich gefärbt zu werden; bei Zusatz von $\bar{A}$ verbreitert sich die Terminalfaser (ebenso wie der Innenkolben) [1]).

Ein ferneres Argument zur Begründung meiner Ansicht, dass die Terminalfaser die Beschaffenheit eines Axencylinders, also die eines soliden Bandes, und nicht eines Kanals hat, finde ich darin, dass, wenn es glücke, an einem längere Zeit mit einer concentrirten Oxalsäurelösung behandelten Vater - Pacinischen Körperchen den Innenkolben zu isoliren und dann der Quere nach zu zerreissen, man mitunter — wie dies Fig. 4 an einem mit Karmin behandelten Präparate darstellt — die Terminalfaser aus einer der beiden Hälften des Innenkolbens eine Strecke weit hervorragen sieht.

W. Krause, Kölliker u. A. halten die Terminalfaser für eine Fortsetzung der ganzen doppelrandigen Nervenfaser des Stiles.

Weder zeigten mir aber jemals die Terminalfasern intakter Vater-Pacinischer Körperchen, noch die meiner Isolations-Präparate doppelte Contouren [2]) oder die andern bekannten Gerinnungserscheinungen, welche so gewöhnlich an markhaltigen Nervenfasern zur

---

1) Diese Beobachtung steht im Gegensatz zu derjenigen Leydig's, welcher bei $\bar{A}$-Einwirkung die Terminalfaser auf Kosten der mattgrauen Substanz des Innenkolbens sich verbreitern sah. Zeitschr. für wiss. Zool. p. 81. Daselbst Tafel 4. Fig. 3.

2) Vgl. dagegen Keferstein, l. c. p. 89.

Beobachtung gelangen; auch wurde die Terminalfaser, selbst bei längerer Einwirkung der Osmiumsäure, nicht schwarz gefärbt, wie die markhaltige Faser des Stiels, ein Ergebniss, welches wenigstens für das Fehlen einer fetthaltigen (Mark-) Schicht spricht.

Die oben genannten Autoren sahen in der Terminalfaser zuweilen einen feinen centralen Streif auftreten, den für den Axencylinder (nach Krause stets ein Gerinnungsproduct) zu halten sie auf Grund ihrer eben erwähnten Auffassung der Terminalfaser nicht so ganz abgeneigt sind.

Ich habe jenen feinen centralen Streif ebenfalls, und zwar auch an ganz frischen Präparaten (Fig. 2) beobachtet, mit ihm parallel verlaufend jedoch meist noch 3—4 andere. Wahrscheinlich ist dies die Streifung, die auch Rauber als regelmässige Anordnung der feinsten Fetttröpfchen in 4—6 parallel laufenden Reihen an der (nach Nervendurchschneidung) degenerirten Terminalfaser beschrieben hat.

Zwanglos lassen jene feinen Streifen — nach dem Vorgang von Remack, Joh. Müller, G. Walther, M. Schultze — sich als den optischen Ausdruck von Fibrillen auffassen, aus denen die Terminalfaser sich zusammensetzt, falls man die von mir befürwortete Deutung derselben acceptirt.

Es ist hier der Ort zur Einschaltung folgender Beobachtung: Behandelt man Vater-Pacinische Körperchen mit Substanzen, welche Eiweisskörper schrumpfen machen, z. B. Moleschott'scher Kalilösung, so zieht sich die den Innenkolben zusammensetzende protoplasmaartige Masse mitunter von der Terminalfaser ein wenig zurück, und es wird auf diese Weise um dieselbe ein Kanal gebildet. Zuweilen glückt es auch, an Osmium-Präparaten das beschriebene Bild zu erhalten. Während in diesem Falle sowohl Terminalfaser, als Innenkolben gelblich gefärbt erscheinen, behält der zu beiden Seiten der ersteren entstandene blasse Contour sein früheres, homogenes, helles Aussehn.

Die in diesem Kanal liegende Terminalfaser (Fig. 5) kann natürlich ebenfalls, besonders wenn sie auf Hoch-Kant gestellt ist, leicht einen die Terminalfaser durchziehenden centralen Streif vortäuschen.

Gegen die neuerdings wieder von Hoyer und Rauber vertretene Ansicht, die Terminalfaser sei ein noch mit der Primitivscheide bekleideter Axencylinder, ist u. A. geltend zu machen, er-

stens, dass auch an mit Osmiumsäure oder Carmin gefärbten Isolations-Präparaten die Scheide, die bekanntlich bei Einwirkung jener Substanzen unverändert bleibt, nicht sichtbar gemacht werden konnte; zweitens, dass, während nach den übereinstimmenden Angaben vieler Beobachter (Eulenburg u. Landois, Schiff, Maguien, Neumann u. A.) die Primitivscheide der Nervenfasern des peripherischen Stumpfs eines durchschnittenen Nerven erhalten bleibt, die Terminalfaser nach Durchschneidung des betreffenden die Vater-Pacinischen Körperchen versorgenden Nerven schliesslich völlig zu Grunde geht.

Aus der letztgenannten Beobachtung würde übrigens — die Identität der Terminalfaser mit dem Axencylinder zugestanden — sich ergeben, dass Schiff's Angaben über die Persistenz des Axencylinders nach Nervendurchschneidung, für die peripherische Endausbreitung der Spinalnerven wenigstens, nicht zutreffen.

Was die peripherische Endigung der Terminalfaser anbetrifft, so ist es mir ebensowenig als W. Krause gelungen, dieselbe in Ganglienzellen (Jacubowitsch, Ciaccio) auslaufen zu sehen. Die birnförmige Endanschwellung der Terminalfaser zeigte sich mir besonders deutlich an im Zustand fettiger Entartung (nach Nervendurchschneidung) befindlichen Terminalfasern (Fig. 6 u. 7 aa).

Von den Varietäten der Terminalfaser, die ich beobachtet habe, ist die in Fig. 8 abgebildete als selten und interessant zu erwähnen. Die Abbildung bedarf keiner weitern Erläuterung.

Den Angaben älterer Autoren über die Interkapsularflüssigkeit ist hinzuzufügen, dass diese eine deutlich alkalische Reaction zeigt, wovon man sich am Bequemsten durch Zerreissen eines Vater-Pacinischen Körperchens auf dem Liebreich'schen, mit rother Lakmuslösung gefärbten Thonplättchen überzeugen kann.

Hieraus erklärt sich vielleicht, warum es nicht gelingt, eine Imbibition der Kerne in den Kapseln der Vater-Pacinischen Körperchen mit Karmin herbeizuführen, bevor man nicht längere Zeit Säuren auf sie hat einwirken lassen und scheint dieser Umstand geeignet, zur Unterstützung der vielfach citirten, von Beale aufgestellten Theorie über das Zustandekommen der Karmin-Imbibition [1]) zu dienen.

Fernerhin ist darauf aufmerksam zu machen, dass die Interkapsularflüssigkeit, besonders die der innern Kapseln, welche von

1) How to work with the microscope. Forth Edition p. 107. § 196.

zäherer Consistenz ist, als die der äussern, die Neigung besitzt, bei Zusatz von Säuren zu gerinnen.

Zur Erforschung des Baues der Kapseln combinirte ich die von Hoyer angewandte Methode der Silberbehandlung mit der vorhin beschriebenen Isolations-Methode in der Art, dass ich Vater-Pacinische Körperchen, die der Einwirkung einer einprocentigen Lösung von Arg. nitr. ausgesetzt waren, mehrere Tage lang in einer concentrirten Oxalsäurelösung aufbewahrte. Diese Methode hatte gleichzeitig den Vortheil, dass sie eine nachfolgende Karmin-Imbibition ermöglichte.

Auf diesem Wege konnte festgestellt werden, dass Hoyer's Angabe, die sogenannten Bindegewebskörperchen der Kapseln der Vater-Pacinischen Körperchen seien nichts anders, als die Kerne von den Kapseln angehörigen epithelartig angeordneten Zellen, eine zweifellos richtige ist.

Jene Kerne, wo sie auf Hoch-Kant standen (vergl. Fig. 10a und besonders Fig. 11a) zeigten genau die Gestalt und Grösse der »Bindegewebskörperchen« (Fig. II c) der ältern Autoren.

Nur darin kann ich mit ihrem Entdecker nicht übereinstimmen, dass die betreffenden epithelartig angeordneten Zellen der Innenfläche der Kapseln aufliegen, vielmehr bin ich zu der Ueberzeugung gekommen, dass aus jenen Zellen die ganze Kapselwand sich zusammensetzt.

Nach meinen Untersuchungen glaube ich nämlich annehmen zu müssen, dass die Silberzeichnung sich nicht blos auf der Innenfläche der Kapseln findet (Hoyer), sondern, dass sie durch deren ganze Dicke durchgeht; hiefür spricht auch besonders ihr Verhalten gegen mechanische und chemische Eingriffe.

Während die den Epithelien des Mesenteriums, der Cornea etc. entsprechenden Silberzeichnungen leicht durch den Pinsel oder durch Anwendung der caustica entfernt und von ihnen umrissene Epithelzellen isolirt werden können, gelingt dies bei der Silberzeichnung der Kapseln des Vater-Pacinischen Körperchens, wie schon Hoyer erwähnt hat, keineswegs; sie trotzt selbst einer längern Einwirkung von 38prozentiger Aetzkali-Lösung, und gelingt es nicht, von einer structurlosen oder streifigen Grundlage eine von ihr differente Zellenlage durch dieses Macerations-Verfahren abzuheben. Wenn man einzelne der durch Silberlinien umgränzten Stücke der Kapsel zerzupft, so kann man stets nur kleine Fragmente herstel-

len, welche 2—3 der sogenannten Epithel-Zellen enthalten und in ihrer ganzen Dicke aus diesen Zellen-Territorien bestehn.

Was die nähere Beschaffenheit jener epithelartig angeordneten Zellen der Kapseln anbelangt, so haben dieselben eine gewisse Dicke; ihre Kerne liegen der innern Seite an. Wo, wie dies in seltenen Fällen vorkommt (Fig. 2 d), ein Kern der äussern Fläche einer Kapsel aufliegt, ist wohl anzunehmen, dass er von der Innenfläche der nächsten äussern Kapsel sich losgelöst habe und dann auf jene herabgesunken sei.

Die Kerne haben theils runde, theils ovale Form — auch solche von Biscuit-Form wurden beobachtet, einen deutlichen Contour und körnig-trüben Inhalt. An frischen, mit Jod-Serum behandelten Vater-Pacinischen Körperchen liegt, oft strahlenartig angeordnet, um die Kerne der Kapsel herum eine körnig-trübe Masse, die wohl als Rest des Zellprotoplasmas zu betrachten ist.

Die Grösse der Kerne beträgt, je nach ihrer Form, ca. 0,008 bis 0,01 Mm. im Längen- und Breitendurchmesser oder ca. 0,014 Mm. im Längen- und 0,008 Mm. im Breitendurchmesser. — Im Allgemeinen entspricht jeder Zelle nur ein Kern; wo scheinbar ein abweichendes Verhalten stattfindet (Fig. 11 c), kann man sicher sein, dass man entweder durch die durchscheinenden Kerne eines umgeklappten Stücks der untersuchten oder durch diejenigen der nächstuntern Kapseln getäuscht wird.

Keferstein, W. Krause, Kölliker u. A. stimmten bezüglich der Struktur der Kapseln darin überein, dass dieselben aus zwei Bindegewebsschichten, einer longitudinalen und einer querverlaufenden zusammengesetzt seien. Der Letztgenannte, nachdem er sich von dem Vorhandensein der Hoyer'schen Silberzeichnung überzeugt hatte, modificirte seine Ansicht [1]) nur dahin, dass auf der Innenfläche der innern longitudinalen Schicht die von ihm schon gesehenen Bindegewebskörperchen eine epithelartig zusammenhängende Lage bilden.

Die Richtigkeit der Auffassung, als ob die Kapselwand sich aus in zwei verschiedenen Richtungen angeordneten Bindegewebsfibrillen zusammensetze, muss ich bestreiten und zwar habe ich dagegen

---

1) Vgl. die neueste (5te) Auflage seines Handbuchs der Gewebelehre, p. 109.

anzuführen: 1) die schon oben mitgetheilte Beobachtung, dass auch an Präparaten, welche wochenlang der macerirenden Wirkung einer concentrirten Oxalsäure-Lösung ausgesetzt waren, niemals die beschriebenen epithelartig angeordneten Zellen von einer streifigen Grundlage sich abziehen liessen; 2) den Umstand, dass vermittelst des Rollet'schen, wie anderer Verfahren, ein Zerfall der Kapseln in Fibrillen sich nicht erzielen liess, wohl aber sechswöchentliche Einwirkung einer concentrirten Oxalsäure-Lösung einen Zerfall in Plättchen bewirkte.

Die Längsfibrillen, welche von Henle und Kölliker in ausgebreiteten Kapselfragmenten gesehen sind, halte ich für Faltungen der Kapsel-Membranen, eine Auffassung, die bereits vor über 30 Jahren von Reichert in der bekannten Bindegewebs-Controverse urgirt wurde. Das Vorhandensein einer ungemein zarten Querstreifung (angedeutet Fig. 2, 5.), besonders an frischen Präparaten kann jedoch kaum in Abrede gestellt werden. Allein diese ist, wie ich glaube, als der optische Ausdruck einer durch irgend welche Umstände erfolgten örtlichen Verdichtung der Interkapsularflüssigkeit zu betrachten. Diese Verdichtungen aber sind nichts anders, als die schon erwähnten Anhäufungen von Protoplasma, die, von den Kernen der Kapseln ausstrahlend, oft deutlich erkennbar in die fragliche Querstreifung übergehen.

Dennoch sind die Kapseln bindegewebiger Natur, wovon man sich dadurch überzeugen kann, dass an sorgfältig aus dem umgebenden Bindegewebe freipräparirten und dann zerkochten Vater-Pacinischen Körperchen die Eigenschaften des Glutins sich nachweisen lassen.

Nach alledem wäre das die Kapseln der Vater-Pacinischen Körperchen bildende Gewebe der Klasse der Epithelia spuria (Hiss's Endothelien) zuzurechnen.

Die folgende Beobachtung sei hier noch zur Unterstützung der Behauptung hinzugefügt, dass die Interkapsularflüssigkeit Gerinnungsvermögen besitzt. Bei allmähligem Abstreifen der Kapseln von einem mit der oben mitgetheilten combinirten Isolations- und Versilberungsmethode behandelten und mit Carmin imbibirten Vater-Pacinischen Körpershen stösst man bisweilen auf eine sehr feine Silberzeichnung, der keine Kerne angehören. Es ist kaum möglich, eine andere Erklärung für diese Erscheinung zu finden, als die, dass die Silberzeichnung der Kapseln einen Abdruck auf der geronnenen Interkap-

sularflüssigkeit zu erzeugen vermag, und dass man es mit einem solchen Abdruck zu thun hat.

Der Verlauf der Gefässe der Vater-Pacinischen Körperchen wurde in der Weise ermittelt, dass von der grössten a. meseraica aus die Gefässe der Vater-Pacinischen Körperchen des Meserteriums der Katze vermittelst konstanten Drucks mit löslichem Berliner Blau injicirt wurden.

Jedes, auch das kleinste Vater-Pacinische Körperchen zeigt sich in der Art, wie Fig. 12 a. es versinnlicht, von Gefässschlingen umkreist; eine feinere Schlinge (Fig. 12 b.) pflegt mit dem Stielfortsatz bis in die nächste Nähe des Innenkolbens vorzudringen.

Diese Beobachtungen stimmen mit denen Palladinos [1]) im Wesentlichen überein; nicht so mit denen W. Krauses [2]), der Gefässe bis in die innersten Kapseln hinein vordringen sah.

Zu den Untersuchungen, deren Resultate im Vorliegenden kurz zusammengestellt sind, habe ich ausschliesslich die Vater-Pacinischen Körperchen der Katze verwandt. Dieselben gleichen bekanntlich in ihrem Bau denen des Menschen und sämmtlicher Säuger vollkommen und haben den Vorzug, dass man sie im Mesenterium, bei erwachsenen Thieren wenigstens, sehr leicht auffinden kann.

Es sei mir erlaubt, noch mit wenigen Worten auf die Structur der Vater-Pacinischen Körperchen der Vögel einzugehen.

Eine Anzahl von Herrn Dr. Gruenhagen angefertigter Präparate, deren Benutzung mir gütigst gestattet wurde, überzeugte mich, dass die Terminalfaser der Vater-Pacinischen Körperchen der Taube keineswegs ein Kanal (Leydig, Kölliker [3]) ist, sondern, dass sie genau dasselbe Verhalten, wie die der Katze zeigt; besonders war auch an der Terminalfaser einzelner Körperchen wieder die feine Streifung vorhanden, die oben ausführlicher besprochen ist.

Auch der Innenkolben der Vater-Pacinischen Körperchen der Taube gleicht durchaus dem der Katze; er besteht aus einer fein granulirten, kernlosen, mattglänzenden, eiweisshaltigen Substanz.

Ebenso zeigt das System der äussern Kapseln, besonders deut-

---

1) Vgl. Henles Jahresbericht über d. Fortschr. d. Anat. u. Phys. im Jahre 1867.

2) Ueber d. Function d. Vat. Körp. Henles u. Pfeiffers Zeitschr. für rat. Med. Bd. XVII, p. 316.

3) Zeitschr. für wiss. Zoolog. Bd. V.

lich nach Oxalsäurebehandlung mit nachfolgender Carmin-Imbibition jene rundlichen, regelmässig angeordneten Kerne. Eine Silberzeichnung auf den äussern Kapseln darzustellen, ist Herrn Dr. Gruenhagen bisher noch nicht, oder doch nur in sehr unvollständigem Grade gelungen. Statt des Systems der innern Kapseln ist ein fasriges Gewebe vorhanden, in welchem spärliche, mit Ausläufern versehene spindelförmige Bindegewebskörperchen eingebettet liegen; diese finden sich, wie man namentlich an geplatzten Vater-Pacinischen Körperchen nach Carmin-Imbibition wahrnimmt, einestheils unregelmässig in dem von den äussern Kapseln umgebenen Raume zerstreut vor, anderntheils ordnen sie sich in der nächsten Umgebung des Innenkolbens der Art an, dass sie in parallel zu ihm gerichtetem Verlaufe ihre feinen Ausläufer in querer Richtung über ihn hinwegsenden.

Auch von dieser Stelle aus fühle ich mich verpflichtet, Herrn Dr. Gruenhagen sowohl, wie Herrn Prof. v. Wittich, welcher mir mit gewohnter Liberalität die Hülfsmittel der unter seinem Directorate stehenden Anstalt, sowie seine umfangreiche Bibliothek für die vorliegende Arbeit zur Disposition stellte, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. X.

Fig. 1. Vater-Pacinisches Körperchen eines 9 Centimeter langen Katzen-Foetus bei 400facher Vergrösserung unter Zusatz von Müller'scher Flüssigkeit und nach Carmin-Imbibition untersucht.

a. Nerv. b. Die die Entwickelungsstufe der V.-P.-Kr. darstellende Kernanhäufung. 1. Die centralen runden. 2. die peripherischen spindelförmigen Protoblasten, 3. runde, 4. spindelförmige Zellen des Mesenteriums, 5. spindelförmige Zellen des Neurilems, 6. Spindel-Zellen des Mesenteriums, welche sich in der Richtung von 2 angeordnet haben.

Fig. 2. V.-P. Kr. bei 400 facher Vergrösserung.

a. die scheinbar im Innenkolben liegenden ovalen Kerne, welche nichts Anderes sind, als auf Hoch-Kant stehende Kerne der innersten Kapseln, b. die scheinbar im Innenkolben liegenden rundlichen Kerne, die in der That ebenfalls den Kapseln angehören, c. auf Hoch-Kant stehende Kerne der Kapsel-Membranen (sog. Bindegewebskörperchen), d. ein der konvexen Fläche der Kapsel aufliegender Kern.

Fig. 3. Die ganze (doppelt kontourirte) Nervenfaser verläuft eine Strecke weit im Innenkolben.

Fig. 4. Stück eines nach Oxal-Säure-Behandlung und Carmin-Imbibition isolirten und der Quere nach zerrissenen Innenkolbens. Die (stärker als der Innenkolben imbibirte) Terminalfaser ragt eine Strecke weit über den Innenkolben an der Rissstelle hervor.

Fig. 5. Innenkolben nach Behandlung mit Müllerscher Flüssigkeit.
1. Terminalfaser, 2. durch Schrumpfuug der Substanz des Innenkolbens entstandener Kanal.

Fig. 6 u. 7. Terminalfasern nach Durchschneidung des zuführenden Nerven.
aa. birnförmige Endanschwellung der Terminalfaser im Zustande beginnender Verfettung, bb. grössere Fett-Tröpfchen, c. Streif, gebildet durch ein Conglomerat feiner Fett-Tröpfchen als Rest der Terminalfaser.

Fig. 8. Terminalfaser, die sich am centralen Ende des Innenkolbens in 2 Aeste spaltet.

Fig. 9. System innerer Kapseln.
a. gelatinirte Interkapsular-Flüssigkeit, b. abgerissene und nach Aussen umgestülpte äusserste Kapsel, c. ein derselben angehöriger Kern, der in der gelatinirten Interkapsular-Flüssigkeit steckengeblieben ist.

Fig. 10. Isolirte Kapsel-Membran nach Oxal-Säure-Behandlung mit nachfolgender Carmin-Imbibition.
Das Präparat ist unter Zusatz von Glycerin untersucht.
a. auf Hoch-Kant stehender Kern.

Fig. 11. Kapsel-Membran nash Behandlung mit Arg. nitr., Oxal-Säure und Carmin-Imbibition.
a. auf Hoch-Kant stehende Kerne der, der Hoyer'schen Silberzeichnung (b) entsprechenden Zellen, c. durchscheinende Kerne einer zweiten Kapsel-Membran, auf welche die Silber-Behandlung nicht mehr eingewirkt hat.

Fig. 12. Die Gefässe des V.-P. Kr. nach Injection mit löslichem Berliner Blau.
a. Grössere. das V.-P. Kr. umkreisende, Gefäss-Schlingen, c. Capillar-Schlinge des Stiels, bei 1 in die Tiefe gehend, c. durchscheinende Capillar-Schlingen des Mesenteriums.

Einige Beobachtungen über Amoeben.

Von

Dr. **Vinzenz Czerny,**

Assistent an Hofrath Prof. Billroth's Klinik in Wien.

Nachfolgende Mittheilungen sind die Resultate längerer Beobachtungen über Amoeben, welehe ich besonders im Jahre 1867 gemacht habe. Die Amoeben nahm ich von der Wand uud dem Boden eines Gefässes, in welchem Lemna und Sphagnum aus einem Donauarme gezüchtet wurden. Riesige Amoeba princeps bekam ich aus einer Schüssel, in welcher Batrachiereier in jenem Stadium, wo der Larven noch mit reichem Wimperkleide bedeckt sind, sich befanden. Die Dotterplättchen, mit welchen diese sehr lebhaften Amoeben vollgepfropft waren, schienen ihnen als sehr nahrhafte Kost gedient zu haben.

Zunächst versuchte ich den Einfluss von Kochsalzlösungen auf diese Thiere. Es zeigte sich, dass die Widerstandsfähigkeit gegen dieses Reagens eine individuell verschiedene ist. Bei Zusatz von $^1/_4$ procentiger Lösung ging keine Amoebe zu Grunde, aber viele nahmen momentan die Kugelform an. Bei $^1/_3$ Procent starben schon viele, andere hielten mehr als 1 Procent aus; keine aber widerstand einer zweiprocentigen Lösung. Im Allgemeinen waren die trägeren Amoebenformen widerstandsfähiger als die lebhaften. Die Kugelform trat entweder sogleich ein, oder sie erfolgte erst, nachdem das Thier eine Zeit lang knollige, warzige Fortsätze hervorgetrieben hatte. Nach einiger Zeit platzten die Amoeben häufig, wobei sich ein feinkörniger Inhalt aus dem Leibe des todten Thieres ergoss, und meist in lebhafter Molecularbewegung in der umgebenden Flüssigkeit sich zerstreute, während von dem Leibe des Thieres oft blos die äusserste Schichte wie ein zartes Säckchen zurückblieb. Das Aussehen des Inhalts spricht wohl für eine Gerinnung des

selben. Einmal sah ich ganz unzweifelhaft eine Amoebe vor dem Platzen umfangreicher werden, obwohl sie kugelig blieb.

Jene grossen, oben erwähnten Amoeben zeigten auf den Zusatz selbst von schwachen Kochsalzlösungen eigenthümliche Veränderungen, die übrigens Kühne auch nicht unbekannt zu sein scheinen, wenigstens erwähnt er, dass oft feine Fortsätze von den Thieren nach Einwirkung von Kochsalz ausgesendet werden. Es scheint dann, als ob auf der ganzen Oberfläche äusserst zarte Wimpern wachsen. Dicht nebeneinander entstehen sehr dünne Fortsätze, die rasch länger, dann knotig werden, sich biegen und in zitternde Bewegung gerathen. Mitunter stossen die Thiere einzelne stärkere lange Pseudopodien aus, die sich rosenkranzförmig einschnüren, um sich endlich ganz abzuschnüren. Auch jene dünnen Fortsätze zerfallen in feine Körnchen, welche in lebhafte Molekularbewegung gerathen. Manchmal schiesst aus dem Körper ein tropfenförmiges Protoplasmaklümpchen hervor, das in einiger Entfernung liegen bleibt und mit der Amoebe nur durch einen kaum sichtbaren Faden verbunden ist. Letzterer Vorgang war mir um so interessanter, als ich ihn auch an frischen Glaskörperzellen eines an Chorioiditis leidenden, enucleirten Auges sehen konnte. War der Kochsalzzusatz gering, so fingen die Amoeben ihre gewöhnliche Bewegung an, sobald sie wieder in Wasser gebracht wurden, wobei die Vacuolen ungemein lebhaft zu spielen begannen. Ueberhaupt waren die Bewegungen solcher Amoeben sehr lebhaft; ja einmal theilte sich sogar eine vor meinen Augen. Wenn auch dieser Vorgang schon oft genug beobachtet wurde, so lohnt es wohl der Mühe, darüber zu berichten.

Ich hatte am 13. März zwei ziemlich grosse Amoeben im Gesichtsfelde. Die eine lag träge, flach ausgebreitet mit spärlicher Körnchenbewegung, am Objectträger, während die zweite reichliche Körnchenströmungen zeigte und sich lebhaft fortbewegte. Nach Zusatz einer $^1/_3$ procentigen Kochsalzlösung wurde die Körnchenbewegung immer spärlicher, hörte endlich ganz auf. Dagegen wurden Pseudopodien lebhaft vorgestreckt, die sich selbst spiralig schlängelten. Andere Amoeben wurden von der Strömung als runde Klumpen herbeigeschwemmt. Sie waren jedoch nicht mehr im contrahirten Zustande, da ihre Vacuolen weit ausgedehnt waren.

Nach einiger Zeit setzte ich wieder Brunnenwasser zu. Jene zwei Amoeben zogen die Pseudopodien ein, wurden rundlich, fingen jedoch bald wieder an, lappenförmige Pseudopodien auszustrecken.

Die Körnchenbewegung wurde wieder wie vor dem Kochsalzzusatze. Die lebhafte Amoebe kroch nun an die trägere, jetzt ziemlich runde Amoebe und umfloss sie derart, das ich momentan die Grenzcontouren kaum anzugeben vermochte. Ein Ueberfliessen ihrer Substanzen war jedoch nicht zu bemerken. Dann entfernte sich die lebhafte Amoebe wieder, und ruhte in Kugelgestalt wohl eine Viertelstunde lang aus. Obwohl auch während dieser Zeit locale Contractionen des Protoplasma zu sehen waren, so fing sie doch erst jetzt wieder an, lebhafter zu werden. Bald wurde sie bisquitförmig, die Verbindungsbrücke fadenförmig ausgezogen, riss endlich auseinander. Die Amoebe hatte sich getheilt. Kerne konnte ich weder in der ursprünglichen, noch in den Theilen deutlich sehen, dagegen besass jede ihre Vacuole, die alsbald lebhaft zu spielen anfing.

Die träge Amoebe machte ihre langsamen Bewegungen nach wie vor, während die zwei jungen Amoeben lebhaft davon krochen. sich oft begegneten, ohne je wieder zusammenzufliessen. Ich beobachtete die drei Amoeben noch längere Zeit, machte noch Reizversuche mit Kochsalzlösung, wobei sie sich wie die Mutteramoebe verhielten. Ob es sich bei der der Theilung vorhergehenden innigen Berührung um eine Art Conjugation handelte, bleibt dahingestellt. Noch eine Theilung hatte ich bei einem Infusor zu beobachten Gelegenheit. Nach einer freundlichen Mittheilung von Herrn Prof. Stein in Prag, dem ich die Skizzen mittheilte, handelte es sich um die Theilung der Podophrya fixa, einer sehr gemeinen Acinetine. Mir war der Vorgang desshalb von Interesse, weil dem einen ungestielten Theilsprössling unter meinen Augen Wimpern wuchsen, während die den Acineten eigenthümlichen geknöpften Pseudopodien eingezogen wurden, und dass er wenige Minuten nach der Theilung als lebhaft wimperndes Infusor meinen Blicken entschwand. Das Wachsen der Wimpern war ganz gleich dem Entstehen jener feinen Pseudopodien der Amoeben nach Einwirkung einer Kochsalzlösung. Nur kam es bei letzteren nicht zu einer eigentlichen Wimperbewegung. Ich schliesse mich desshalb der Meinung an, dass auch die Wimpern der Infusorien wenigstens ihrer Entstehung nach die Bedeutung von Protoplasmafortsätzen, wenn man will von Pseudopodien constanter Form besitzen, eine Meinung, die wohl auch auf die Flimmerepithelien auszudehnen ist. Die folgenden Versuche machte ich, um zu erfahren, ob sich Amoeben an stärkere Kochsalzlösungen gewöhnen, ob sie sich gleichsam in dieselben einschleichen können.

Aehnliche Versuche hatte Beudant[1]) schon im Jahre 1816 gemacht, um das gleichzeitige Vorkommen von Süss- und Salzwasserconchylien in denselben geologischen Schichten zu erklären. Nach einigen Monaten konnte er Seeschnecken (Patella, Fissurella, Buccinium, Pecten) zugleich mit unseren Lymnaeus und Planorbisarten in einem Glase züchten.

Seeschnecken konnte er bis an 31 Procent Kochsalz gewöhnen. Erst wenn Kristalle anschossen, starben sie[2]). Auch Ehrenberg erwähnt in seinem grossen Infusorienwerke[3]), »dass sich offenbar viele Infusorien an Flüssigkeiten gewöhnen, die unter anderen Umständen sie tödten. Am Ausflusse der süssen Gewässer ins Meer leben viele Süsswasserthierchen im brakischen Wasser und in deutlichem Seewasser. Giesst man aber etwas Seewasser auf dieselben Thierchen aus süssen Gewässern, so sterben sie.«

Ich hielt die Amoeben in einem Uhrglase unter der Glasglocke anfangs in $^1/_4$ procentiger Kochsalzlösung, in welchem etwas Sphagnum und Lemna vegetirte. Nach 24 oder 48 Stunden wechselte ich die Flüssigkeiten, stieg dabei meist um $^1/_6$ Procent in der Concentration derselben. Nach neun Tagen war ich bis $^7/_6$ % gekommen. Die noch zahlreichen Amoeben zeigen fast keine Körnchenbewegung, sind träger als die ursprünglich in der Flüssigkeit vorhandenen (Amoeba diffluens) und stecken knollige Pseudopodien vor. Sie haften auch nicht sofort am Object träger, sondern werden leicht von jeder Strömung fortgerissen. Wegen dieser eigenthümlichen Form erneuerte ich durch mehrere Tage stets das Wasser mit $^4/_8$ Procentgehalt. Dann traten auch wieder lebhafte auf nebst einer trägen zackigen Form (A. radiosa). Besonders die lebhafte Form ging sowohl in destillirtem Wasser als auch in 2 procentiger Kochsalzlösung zu Grunde. In beiden Fällen nehmen sie dabei Kugelform an und platzen oft erst nach 10 bis 20 Minuten. Dabei bemerkt man besonders bei Wasserzusatz, dass die Amoeben, obwohl sie die Kugelgestalt beibehalten, vor dem Platzen an Volum zunehmen. Einmal stieg der Durchmesser der Kugel vor dem Platzen von 11 auf 16 Theilstücke meines Ocularmikrometers. Aber auch nach Zu-

1) Annales de Chimie II. pag. 32.

2) Vergleiche hiehergehörige Daten in Schmarda's Handbuch der Zoologie pag. 146 und 59.

3) pag. 532.

satz einer stärkeren Kochsalzlösung platzen nicht alle, sondern blähen sich nach der ersten Contraction etwas auf, die Vacuole wird sichtbar und bleiben so todt. Einigemal beobachtete ich, dass bei Wasserzusatz das Platzen der Amoebe nicht im Kugelzustande erfolgte, sondern dass sie eben einen Lappen vorzustrecken begann und dann platzte. Ich möchte behaupten, dass dieses verschiedene Verhalten gegen dasselbe Reagens durch individuelle Verschiedenheiten des Thierchens veranlasst sei, weil man Beides in demselben Gesichtsfelde bei verschiedenen Thieren sehen kann. Am 20. Tage war ich bei $1^{2}/_{3}$ Procent angelangt. Obwohl ich durch mehrere Tage bei dieser Concentration blieb, so nahm doch die Zahl der Amoeben im Uhrglas täglich ab und am 24. Tage war keine mehr zu finden. Da ich das Verschwinden derselben dem gleichzeitigen Absterben der Wasserpflanzen zuschrieb, so brachte ich aus einem Süsswasserbehälter mit reichlicher Amoebenbrut frische Lemna und Sphagnum in die Salzlösung. Am nächsten Tage fanden sich schon wieder zahlreiche ganz kleine lebhafte Amoeben (vielleicht A. guttula Perty) hervor. Ein Controllversuch bestand darin, dass ich dieselben Wasserpflanzen in aus destillirtem Wasser bereitete $^{5}/_{8}$ procentige Kochsalzlösung brachte. Am 6. Tage erst konnte ich in diesem Gefässe spärliche Amoeben finden. Daraus muss ich schliessen, dass wenigstens der grösste Theil jener jungen Amoeben eine Brut der schon acclimatisirten war, dass aber andererseits doch einige Süsswasseramoeben oder ihre Brut den bedeutenden Concentrationswechsel ertragen haben. Ich stieg noch allmählig mit der Concentration und konnte selbst noch bei 4 Procent, wenn auch spärliche Amoeben nachweisen. Gewöhnlich genügte ein plötzlicher Concentrationswechsel um mehr als 1 Procent, um die Thiere unter den beschriebenen Erscheinungen zu zerstören.

Zum Schlusse theile ich noch die Beobachtung mit, dass drei Amoeben, welche vollkommen den von Auerbach[1]) gegebenen Zeichnungen der A. Bilimbata entsprachen, mit Hartnack's Immersionslinse 10 betrachtet, an ihrer ganzen Oberfläche dichtstehende äusserst feine Zähnchen zeigten. Ich glaubte, dass die stellenweise doppelte Contour dieser trägen Thierchen durch die Profilansicht dieser Zähnchen entstehe, wenn der Protoplasmakörper am Rande steil abfällt. Breiten sie einen ganz flachen Saum aus, so sieht

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.

man blos die einfache Schichte feiner Randsäume und die doppelte Contour verschwindet. Aehnlich entsteht oft ein doppelter Contour bei den Stachelzellen und veranlasste bekanntlich mehrere Forscher, auch diesen Zellen eine doppelt contourirte Membran mit Porenkanälen zuzuschreiben [1]). Es fällt somit auch für diese Amoebenform die Annahme einer doppeltcontourirten Membran weg, und das früher unerklärte Phänomen des localen Verschwindens der doppelten Contouren findet eine ungezwungene Erklärung.

1) Vergl.: über das Vorkommen von Stachelzellen bei Staphyloma corneae von V. Czerny. Bericht der Wiener Augenklinik Braumüllers in Wien. 1867. pag. 193.

Die Einschmelzungs-Methode,

ein Beitrag zur mikroskopischen Technik.

Von

Prof. **Klebs** in Bern.

Die Vorbereitung der für die mikroskopische Untersuchung bestimmten Objecte, die Anfertigung der Präparate selbst und ihre Aufbewahrung haben in den letzten Jahren, wie bekannt, bedeutende Fortschritte gemacht, welche wesentlich zur Bereicherung unserer Kenntnisse geführt haben. Am wenigsten entwickelt sind diejenigen Methoden, welche die mechanische Seite der Technik zu verbessern bestimmt sind; die Werkzeuge sind zwar vervielfältigt worden, ohne aber den höchsten Grad der Vollkommenheit erreicht zu haben; um sie gehörig brauchen zu können, bedarf es meist noch mancher anderer Vorbereitung der Objecte, die »schnittfähig« gemacht werden sollen, vor Allem künstlicher Erhärtung; dann aber auch besonders bei kleinen und sehr zarten Gegenständen, ihrer Umformung, um die Handhabung zu erleichtern. Zu letzterem Zweck dient die Einschmelzungs-Methode, welche, wenn mich meine Erinnerung nicht trügt, zuerst von Heidenhain angewendet worden ist. Derselbe bediente sich concentrirter Lösungen von Gummi arabicum, später wandte Stricker Mischungen von Wachs und Oel an und diese beiden Formen sind auch die einzigen, welche in dem von letzterem herausgegebenen histologischen Sammelwerk erwähnt werden. Ich selbst habe seit 5 Jahren das Paraffin zu diesem Zwecke benutzt und ist dasselbe späterhin von einigen anderen Forschern (z. B. His) zweckmässig befunden worden. Der Werth dieser drei Methoden ist ein ziemlich beschränkter: die erste bedingt Trocknung des imprägnirten Präparats, die beiden anderen lassen sich nur an in

Spiritus gehärteten Präparaten mit Vortheil gebrauchen und selbst dann schmiegt sich die Masse nicht immer vollkommen der Oberfläche des Präparats an, es bleiben Lücken, welche bei dem Anfertigen von Schnitten störende Bewegungen des eingeschmolzenen Gegenstandes zulassen. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, habe ich seit ungefähr einem Jahre mich des Glycerinleims bedient und in demselben eine Substanz gefunden, welche die mannigfaltigste Anwendung auch in anderen Zweigen der anatomischen Technik finden kann.

Gewöhnliche Leimgallerte ist wenig schnittfähig, da sie an dem Messer anhaftet und reisst, wie Jedermann bekannt ist von ihrer Anwendung bei der Tafel; ein Zusatz von Glycerin und Einlegen des eingeschmolzenen Gegenstandes in unsere gewöhnlichen Härtungsflüssigkeiten beseitigt diesen Uebelstand vollständig und man erhält so Ballen von beliebiger Form, welche, mit einem Tuch angefasst, leicht und bequem fixirt und mit dem Rasirmesser oder künstlicheren Schneideapparaten in feine Schnitte zerlegt werden können. Will man bei manchen Objecten eine noch grössere Festigkeit, so lässt sich diese durch Korkplatten erzielen. Ich wende zum Einschmelzen eine concentrirte Hausenblasenlösung an, welche ich mit der Hälfte des Volums reinen Glycerins vermische. Das Einschmelzen in diese Lösung habe ich bis jetzt nur an Objecten angewandt, welche bereits in Spiritus oder Chromsäure gelegen hatten, doch braucht der Erhärtungsprocess noch keineswegs vollendet zu sein, da das Präparat mit dem umhüllenden Glycerinleim wieder in dieselbe Flüssigkeit gebracht wird. So findet auch niemals eine Contraction der Leimmasse statt, welche die Lage der Theile verändern würde, diese sind deutlich zu sehen und die Richtung der Schnitte kann auch bei den feinsten Objecten, z. B. der Retina, mit völliger Sicherheit vorher bestimmt werden.

Die guten Eigenschaften dieses Materials beschränken sich aber nicht allein hierauf; seine überaus grosse Plasticität gestattet die Anfertigung der zartesten Abdrücke, welche das Studium feinerer Oberflächenverhältnisse erleichtern, (z. B. das Corpus ciliare, die Opticuseintrittsstelle). Ferner ist es für das Abpräpariren der Retina im Ganzen ein unübertreffliches Mittel. Wenn man an einem durchschnittenen und gehärteten Auge den Glaskörper entfernt hat und die Höhlung mit Glycerinleim füllt, so ist es leicht die Sclera und Choroides abzuziehen. Schmilzt man diesen Ballen wiederum ein,

so ist die zarte Membran in natürlicher Lage fixirt und ich zweifle nicht, dass es mit Hilfe geeigneter Maschinen gelingen wird, feine Durchschnitte zu erlangen, welche vom Opticus bis zur Linse reichen.

Endlich ist der Glycerinleim ein ausgezeichnetes Aufbewahrungsmittel für Schnitt- und Zerzupfungspräparate, welche das reine Glycerin und die Harze hoffentlich verdrängen wird. Bedient man sich eines gewöhnlichen Wärmetisches, so kann man auf einem Objectträger einen Tropfen desselben beliebig lange flüssig erhalten, um alle nöthigen Manipulationen mit den hineingelegten Stücken vorzunehmen. Das Auflegen eines Deckglases und das Umranden mit einer dünnen Lage von Damarharz in Chloroform genügt, um in der kürzesten Zeit dauerhafte Präparate herzustellen. Dieselben bieten noch den grossen Vortheil dar, dass die eingeschlossenen Objecte nicht so durchsichtig werden wie in Glycerin; wahrscheinlich werden sie auch weniger leicht braun, wie in diesem. Selbst von frischen Objecten angefertigte Schnitte halten sich vollkommen gut längere Zeit, was für die Demonstration in den Vorlesungen nicht selten von grossem Werth ist. Ausserdem kann man solche Schnitte vor dem Einschmelzen sehr schnell in Chromsäure (1 p. M.) härten und erhält dann vollkommen dauerhafte Präparate.

Noch manche andere Anwendung des Präparats ist möglich, jedoch wird das Erwähnte genügen, um seine Brauchbarkeit darzuthun.

Bern, den 22. Januar 1869.

1.

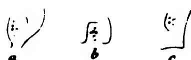


24.





15.

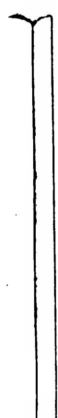


25.

7.



8.



9.





Die Injection unter messbarem Drucke.

Von

Dr. med. Toldt,

k. k. Oberarzte und Assistenten am physiologischen Institute der Josephsakademie in Wien.

Hierzu Taf. XI.

Vom wesentlichsten Einflusse auf das Gelingen einer feineren Injection ist es, ob wir es in der Gewalt haben, den Druck, unter welchem die Injectionsmasse in die Gefässe einströmen soll, auf beliebige, jedesmal genau ahmessbare Höhe zu bringen und auf derselben durch beliebig lange Zeit zu erhalten. Dass die allgemein geübte Methode, mit der Spritze zu injiciren, diesen Anforderungen niemals vollkommen entsprechen, und man nur durch lange, Zeit und Material raubende Uebung es darin zu einer gewissen Fertigkeit bringen kann, liegt auf der Hand. Man bedenke nur, dass die Reibung, mit welcher der Stempel sich in der Spritze bewegt, selbst bei einem und demselben Instrumente eine sehr wechselnde, und es daher kaum möglich ist, sich über den auf den Inhalt ausgeübten Druck jedesmal nur halbwegs Rechenschaft zu geben; dass es langer Uebung bedarf, den angewendeten Druck durch längere Zeit auch nur einigermassen gleichmässig zu erhalten, dass endlich bei etwas länger dauernder Injection sich jedesmal das Gefühl der drückenden Hand abstumpfen muss, bis sie endlich erlahmt und die Arbeit aufzugeben gezwungen ist. Es wäre deshalb schon vortheilhafter, folgenden Apparat zu benützen: Als Behältnis für die Injectionsmasse dient eine Flasche mit doppelt durchbohrtem Kautschukstöpsel, in welche zwei oben umgebogene Glasröhren münden; die eine reicht bis an den Boden der Flasche und ist mit ihrem äusseren Ende

durch eine 60—70 Cm. lange Kautschukröhre mit der Kanüle in Verbindung; die zweite kürzere Glasröhre taucht nicht in die Injectionsmasse, sondern mündet dicht unter dem Stöpsel und steht am äussersten Ende mit einem luftgefüllten Kautschukballon in Verbindung. Durch Compression dieses letzteren könnte die Injectionsmasse in die Kanüle getrieben werden. Abgesehen davon, dass dieses Verfahren den Vorzug grösserer Reinlichkeit für sich hätte, würde es jedenfalls, da die inneren Widerstände des Apparates nicht veränderlich wären, eher eine annähernde Abschätzung des angewandten Druckes gestatten. Doch ist durch dieses Verfahren nur wenig gewonnen, wo es sich um eine genaue Abmessung des Druckes handelt; zudem theilt es mit der Spritze den Uebelstand, dass der Injicirende seine Hände nicht frei behält, um sich mit dem Objecte nach Erforderniss beschäftigen zu können. [1])

Eine andere Methode, welche neben der Beseitigung des eben angeführten Uebelstandes auch schon eine Abmessung des Druckes gestattet, wäre die, die Injectionsmasse durch ihren eigenen Druck in die Gefässe zu treiben. Es liesse sich das einfach auf die Weise erreichen, dass man die oben beschriebene Flasche in eine relativ zum Objecte erhöhte Stellung bringt, wo dann der Kautschukballon wegbleibt, und die kürzere Glasröhre frei an der Luft mündet. Natürlich hat diese Methode nur dann eine practische Verwendbarkeit, wenn es sich um sehr niederen Druck handelt, oder wenn die Injectionsmasse ein hohes spezifisches Gewicht besitzt, und ist dieselbe auch, wenngleich in anderer Form, bei den Quecksilberinjectionen mehrfach in Anwendung gekommen. Ein Nachtheil bleibt aber der, dass proportional mit dem Fortschreiten der Injection der Druck abnimmt, man müsste denn durch fortwährendes Nachgiessen von Injectionsmasse oder Höherstellen der Flasche die drückende Flüssigkeitssäule auf annähernd constanter Höhe erhalten. Je weiter

1) Ich kann nicht unterlassen, schon hier darauf hinzuweisen, welche Vortheile es bietet, als Behältniss für die Injectionsmasse derartig eingerichtete Flaschen zu benutzen. Man kann sowohl leimige als kaltflüssige Massen Wochen ja Monate lang in denselben bewahren, ohne sie der Verderbniss ausgesetzt zu sehen, wenn man nur die Glasröhrchen mit etwas Baumwolle verstopft. Ist der Stöpsel einmal festgemacht, so braucht man denselben nicht wieder zu öffnen, da eine neue Füllung der Flasche einfach mittels Heberwirkung durch das Ausflussrohr vorgenommen wird. Es sind hiedurch alle Bedingungen grösstmöglicher Sparung, Reinlichkeit und Bequemlichkeit gegeben

das Behältniss der Flüssigkeit, desto weniger wird sich die Niveau-Aenderung der letzteren fühlbar machen.

Um diese Methode auch für die gewöhnlichen specifisch leichten Injectionsmassen brauchbar zu machen, liess Ludwig, der sich zuerst vollständig von der Spritze emanzipirte, eine Quecksilbersäule auf die Injectionsmasse einwirken, indem er mittels eines doppelt durchbohrten Stöpsels in eine mit der Masse vollgefüllte Flasche eine lange, gerade, bis an den Boden des Gefässes reichende, und eine kurze oberhalb des Stöpsels knieförmig abgebogene Glasröhre einsetzte, und nun durch die lange, nach oben in einen Trichter auslaufende Röhre Quecksilber eingoss. Dieses sammelte sich am Boden der Flasche an und trieb eine entsprechende Menge der Injectionsmasse durch die knieförmige, mit der Kanüle durch einen Kautschukschlauch verbundene Glasröhre unter einem Drucke aus, welcher von der Höhenverschiedenheit des Quecksilberniveaus in der Flasche einerseits und in der Röhre anderseits abhing. Da das Quecksilber in der Röhre während der Injection sank, und somit der Druck abnahm, wurde oberhalb des trichterförmigen Endes jener Röhre ein zweiter Trichter angebracht, welcher nach unten in einen kurzen, durch einen Quetschhahn verschliessbaren Kautschukschlauch auslief. Der Trichter wurde mit Quecksilber gefüllt, und man konnte durch Regulirung des Quetschhahns Quecksilber in dem Maasse in die Röhre nachfliessen lassen, als die Injection vorwärts ging. Durch das Herabfallen des Quecksilbers in die Röhre entstanden momentane Drucksteigerungen, deren Grösse von der Fallhöhe des Quecksilbers abhängig waren, die jedoch dann nicht in Betracht kamen, wenn die Röhre weit war, das Quecksilber nur in kleinen Tropfen nachfloss, und der Druck schon an und für sich ein hoher war. Für feine Injectionen bei sehr niedrigem Drucke eignete sich der Apparat nicht. Schon bei einem Drucke, bei welchem die Quecksilbersäule nicht über die Flasche hinausreichte, musste, um das Quecksilberniveau sichtbar zu machen, der ausserhalb der Flasche befindliche Theil der Quecksilberröhre nach Art eines Manometers gebogen werden, so dass die Röhre Sförmig gekrümmt war. Der in der Flasche aufsteigende Schenkel ging oberhalb der Flasche in einen absteigenden über, der seinerseits wieder in einen zweiten aufsteigenden Schenkel auslief, in welchen das Quecksilber gegossen wurde. Die Füllung dieser Röhre mit Quecksilber war etwas umständlich.

Der Ludwig'sche Apparat hatte also den grossen Vorzug vor

der Spritze, dass sich der Druck besser reguliren und länger erhalten liess. Niedere Druckgrade fein abzumessen oder den Druck wirklich constant zu erhalten, erlaubte er nicht. Ausserdem hatte er einige Unbequemlichkeiten deshalb, weil die Regulirung des Quecksilbernachflusses fortwährende Aufmerksamkeit erforderte, und weil das Quecksilber mit der Injectionsmasse in directe Berührung kam, so dass es nachher wieder von derselben geschieden werden musste: eine nicht reinliche Arbeit, bei der überdiess leicht Quecksilber verstreut wurde. Der Umstand überhaupt, dass das Quecksilber immer hin- und hergegossen werden musste, führte selbst für den Vorsichtigsten leicht Quecksilberverluste herbei. Um diese Nachtheile zu beseitigen, schaltete Prof. Hering zuvörderst zwischen den Druckerzeuger und die die Injectionsmasse bergende Flasche einen Windkessel ein, d. h. er liess den Druck nicht direct auf die Injectionsmasse wirken, sondern auf abgesperrte Luft, welche dann ihrerseits das Austreiben der Flüssigkeit besorgt. Man kann nach diesem Principe sich nun je nach Bedürfniss in verschiedener Weise einen Injectionsapparat improvisiren. Es sollen einige hier ihre Besprechung finden.

Eine, in der zu Anfang beschriebenen Weise eingerichtete Flasche Fig. I A dient zur Aufnahme der Injectionsmasse; ihr kurzes Glasrohr steht durch eine Kautschukröhre b mit einer zweiten gleich grossen Flasche B, dem Windkessel, in Verbindung. In diese letztere sind mittels eines Kautschukstöpsels zwei Glasröhren eingefügt, deren eine kürzere c zur Verbindung mit der ersten Flasche dient, wogegen die andere sehr lange d, mit einer Centimeter-Theilung versehen, mit ihrem unteren Ende an den Boden der Flasche reicht, und an dem oberen Ende einen Trichter trägt. Durch diesen Trichter wird nun Quecksilber in die Flasche gegossen, wodurch, falls der Austritt der Injectionsmasse aus der ersten Flasche gehindert ist, sowohl der ganze Luftraum, als die Injectionsmasse eine erhöhte Spannung erhält. Die Differenz des Standes des Quecksilbers in der Flasche und in der Röhre d giebt das Maass dieses Druckes an. Wird nun der Injectionsmasse der Ausfluss gestattet, so sinkt allmählig die Spannung im Apparate, mit ihr die Quecksilbersäule und der von letzterer erzeugte Druck. Man muss deshalb in der schon erwähnten Weise Quecksilber aus dem Trichter e in die Röhre nachfliessen lassen, so dass zwischen dem Stande des Quecksilbers in der Röhre und dem in der Flasche immer an-

nähernd dieselbe Höhendifferenz erhalten bleibt. Behufs Herausnahme des Quecksilbers nach vollendeter Injection aus dem Windkessel muss man entweder das Kautschukrohr b abnehmen, oder man muss eine mittelst eines Stahl- oder Kautschuk-Hahnes verschliessbare Abflussöffnung am Boden der Flasche anbringen. Dieses Manipuliren mit Quecksilber ist ein lästiger Uebelstand des Apparates.

Ganz dasselbe lässt sich erreichen durch Wasserdruck, wenn man an dem Windkessel statt der Glasröhre d eine lange starke Kautschukröhre anbringt, welche mit ihrem anderen Ende an dem Boden einer Wasserflasche mündet, welch' letztere an einer doppelten Rolle bis zu beliebiger Höhe aufziehbar ist. Durch die obere Oeffnung dieses Wasserbehälters wird das Wasser eingefüllt. Die Höhe der Wassersäule muss, um z. B. einer 30 Centimeter hohen Quecksilbersäule gleich zu wirken, natürlich $30 \times 13{,}6 = 408$ Centimeter betragen. Die Höhenverminderung derselben im Verlaufe der Injection ist hier keine so ausgiebige, weil verhältnissmässig viel Injectionsmasse zur Kanüle ausfliessen kann, ehe in der relativ weiten Wasserflasche das Niveau des Wassers wesentlich sinkt. Durch weiteres Hinaufziehen lässt sich dies ausgleichen. Da nicht die absolute Höhe der Flüssigkeitssäule, sondern ihr Verhältniss zum Stande der Flüssigkeit im Windkessel das Maass des bestehenden Druckes abgiebt, so ist die genaue Messung des Druckes etwas umständlich. Die eben beschriebenen Vorrichtungen haben also neben anderen Unbequemlichkeiten noch den Mangel, dass sie nicht mit constantem Drucke arbeiten.

Andere Methoden, die Luft zu comprimiren, als durch eine Flüssigkeitssäule, sind noch viel unvollkommener. Es würde jener Injectionsapparat hieher gehören, welcher jüngst von Stein in Virchow's Archiv [1]) beschrieben wurde, bei welchem die Compression der Luft des Windkessels durch Zusammendrücken eines Kautschukballons unter Vermittelung von Ventilen bewirkt wird. Abgesehen davon, dass das absolute Maass des Druckes, mit welchem dieser Apparat jeweilig arbeitet, nicht erkennbar ist, sinkt derselbe ebenso, wie wir diess bei den früheren Apparaten gesehen haben, allmählig mit dem Fortschreiten der Injection. Durch nachträgliches Compri-

---

1) Dr. S. Th. Stein: zur Technik der Injectionen Virch. Archiv 39. Bd. 1. Heft.

miren des Ballons kann man wohl dieses Sinken des Druckes wieder corrigiren, aber nur in unzulänglicher Weise; selbst wenn man ein Manometer am Apparate anbrächte, das die jeweilige Stärke des Druckes ersichtlich machte. Ohne Manometer wäre der Apparat zu feineren Injectionen überhaupt nicht brauchbar. Es ist auch die Art und Construction der Ventile sehr massgebend, da das Oeffnen eines solchen schon an und für sich einen gewissen Druck erfordert. Betrüge dieser z. B. 6 Mm. Quecksilber, so wäre es nicht möglich, eine Steigerung des Druckes im Apparate um bloss 5 Mm. auszuführen. Ganz illusorisch ist es endlich, durch grössere oder geringere Verengerung einer Stelle des Ausflussrohres mittelst eines Hahnes den Druck reguliren zu wollen, wie Verfasser dies angiebt. Den Ausfluss der Injectionsmasse könnte man allerdings mit einem solchen Hahne reguliren, aber auch diess nur dann, wenn die Injectionsmasse frei, ohne Hinderniss ausflösse; sowie jedoch der Ausfluss einen Widerstand findet, wie das selbstverständlich bei jeder Injection der Fall ist, gleicht sich der Druck der Flüssigkeit vor und hinter dem Hahne mehr und mehr aus, und ist der Widerstand stark genug, so wird endlich der Druck, unter welchem die Flüssigkeit hinter dem Hahne steht, ebenso gross wie vor dem Hahne sein, wie der Hahn auch gestellt sein möge.

Damit während der ganzen Dauer der Injection der Druck durch den Apparat selbst constant erhalten werde, und zwar ganz unabhängig von dem schnelleren oder langsameren Ausströmen der Injectionsmasse, hat Prof. Hering die Einrichtung getroffen, dass die die Compression bewirkende Flüssigkeit aus einer Mariotte'schen Flasche ausfliesst, und dass die Röhre, welche zum Windkessel führt, nicht bis auf den Boden desselben reicht und unter die Flüssigkeit taucht. sondern dicht über dem Stöpsel nach oben umgebogen mündet, so dass die einströmende Flüssigkeit tropfenweise auf den Boden des Windkessels herabfällt und durch ihr Ansteigen in demselben die drückende Flüssigkeitssäule nicht geändert werden kann. Erst so wurde es möglich, mit wirklich constantem Druck zu arbeiten.

Ein derartiger Apparat besteht nun aus drei ungefähr gleich grossen Glasgefässen, von denen das erste als Mariotte'sche Flasche, das zweite als Windkessel und das dritte, welches übrigens auch beliebig klein sein kann, als Behältnis für die Injectionsmasse dient [1].

---

1) Die schematische Abbildung eines solchen Apparates zeigt Fig. II.

Die erste Flasche I nimmt mittels eines doppeltdurchbohrten Kautschukstöpsels einerseits eine kurze, oben rechtwinklig umgebogene (a), anderseits eine bis an den Boden des Gefässes reichende, längere, gerade, oben trichterförmig erweiterte Glasröhre b auf; letztere dient als wesentlicher Bestandtheil der Mariotte'schen Flasche und zugleich zum Einfüllen des Wassers. An der ersteren ist ein Stückchen eines Gummischlauches befestigt, das durch einen Quetschhahn verschlossen werden kann; ihr Zweck ist nur der, beim Einfüllen des Wassers die Luft entweichen zu lassen; während der Injection bleibt sie geschlossen. Am Boden des Gefässes ist eine Abflussröhre c angebracht, die durch einen Hahn oder Quetschhahn geschlossen werden kann, und an welcher ein langer, starker Kautschukschlauch k befestigt wird. Dieses Gefäss hängt an einer starken Schnur, welche (bei d und e) über zwei an der Zimmerdecke angebrachte Rollen läuft, und kann somit zu beliebiger Höhe gehoben werden. Die Flasche II, welche als Windkessel dient, trägt in einem doppelt durchbohrten Kautschukstöpsel zwei kurze, oben knieförmig abgebogene Glasröhren, von denen die eine f, welche zur Verbindung mit der Mariotte'schen Flasche dient, innerhalb der Flasche hakenförmig nach oben gekrümmt ist, damit nicht die comprimirte Luft nach oben in die Mariotte'sche Flasche ausweichen kann. Die andre Röhre g führt mittels eines Kautschukrohres in die zur Aufnahme der Injectionsmasse bestimmte Flasche III, welche die bereits mehrfach erwähnte Einrichtung besitzt. Ist nun die erste Flasche gefüllt und zu ganz geringer Höhe gehoben, und der Quetschhahn bei a geschlossen, so fliesst, wenn der Hahn bei c geöffnet wird, und die Kanüle nicht eingebunden ist, das Wasser mit gleichmässiger, der Höhe der Flasche entsprechender Geschwindigkeit in den Windkessel und wird aus demselben eine entsprechende Menge Luft verdrängen müssen. Da jedoch der einzige Weg hiezu in die Flasche III führt, so wird aus dieser die Injectionsmasse durch die längere Röhre aufsteigen und durch den Kautschukschlauch in die Kanüle getrieben werden. Diess wird unter der Voraussetzung, dass dem Austreten der Injectionsmasse kein Hinderniss im Wege steht, schon dann geschehen, wenn die Mariotte'sche Flasche nur so hoch steht, dass die entsprechende Wassersäule die Injectionsmasse in der längeren Röhre der Flasche III bis zu ihrer Umbiegungsstelle zu heben im Stande ist. So würde nun die Injectionsmasse in eben dem Maasse zur Kanüle ausfliessen, als fortwährend durch das aus der Flasche I

nachfliessende Wasser in der Flasche II Luft verdrängt wird. Stellt man nun die Mariotte'sche Flasche höher, so wird das Wasser entsprechend schneller in den Windkessel ablaufen, demgemäss auch die Injectionsmasse mit grösserer Geschwindigkeit durch die Kanüle ausfliessen. Diese Geschwindigkeit wird aber bei gleichbleibender Stellung der Flasche I constant bleiben, gleichviel, ob dieselbe viel oder wenig Wasser enthält, und ganz unabhängig davon, wie hoch schon das Wasser in dem Windkessel gestiegen ist, da die Ausflussöffnung des Wassers im Windkessel ja immer über dem Wasserspiegel bleibt. Steht dem Austritte der Injectionsmasse aus der Kanüle irgend ein Hinderniss entgegen, kann also die Luft nicht aus dem Windkessel entweichen, so wird aus der Mariotte'schen Flasche so lange Wasser mit abnehmender Geschwindigkeit ablaufen, bis die Spannung der Luft im Windkessel der drückenden Wassersäule das Gleichgewicht hält. Die Höhe dieser Säule entspricht der Höhendifferenz, zwischen der Ausflussöffnung des Wassers im Windkessel einerseits und dem unteren Ende der Röhre in der Mariotte'schen Flasche anderseits. Die so comprimirte Luft drückt nun ihrerseits auf die Injectionsmasse. Wird endlich das Hinderniss überwunden, so beginnt in dem Maasse, als die Luft durch die austretende Injectionsmasse entspannt wird, das Wasser wieder aus der Mariotte'schen Flasche abzulaufen, und erhält so den Druck, unter dem die Flüssigkeit steht, fortwährend constant. Behufs der Abmessung des jeweiligen Druckes, kann man an der Wand des Zimmers, an der Stelle, wo die Aufziehschnur läuft, eine Scala anbringen, an welcher ein an der Schnur sitzender Zeiger den eben bestehenden Druck anzeigt; oder man kann den Windkessel noch mit einem Manometer versehen (M).

Auf diese Weise kann man sich einen Injectionsapparat herstellen, welcher in Bezug auf Constanz und Abmessbarkeit des Druckes nichts zu wünschen übrig lässt. Man muss jedoch, um einen starken Druck zu erzielen, ein ziemlich hohes Local zur Verfügung haben; denn um z. B. einen Druck von 300 Mm. Quecksilber zu erreichen, müsste das Zimmer — der Arbeitstisch zu 90 Cm. Höhe gerechnet — mindestens 5 Meter = 16 Wienerfuss hoch sein. Diess beschränkt in etwas die Verwendbarkeit des Apparates. Ausserdem ist, wenn nicht etwa im Windkessel ein Manometer angebracht ist, das Ablesen des Druckes bei hochstehendem Zeiger

etwas mühsam, und ist man mit der Injectionsarbeit immer an die Stelle gebunden, wo man den Apparat einmal eingerichtet hat.

Prof. Hering construirte deshalb einen Apparat. welcher nach demselben Principe mit Quecksilber arbeitet, und welcher den gestellten Anforderungen bezüglich der Abmessung und Constanz des Druckes, wie der Bequemlichkeit und Leichtigkeit der Handhabung Genüge leistet. Er hat denselben bereits seit dem Jahre 1865 in Gebrauch. Dieser Apparat [1]) besteht im Wesentlichen aus zwei Glaskugeln von je 8 Cm. Durchmesser, deren Lichtungen mittels einer 32 Cm. langen Glasröhre in Verbindung stehen. Beide Kugeln nebst dem Rohre sind in einen Rahmen von Eisenblech eingefügt, welcher um eine, durch seinen Mittelpunkt gehende Metallaxe drehbar ist, und in jeder beliebigen Stellung durch eine einfache Klemmvorrichtung fixirt werden kann. Das Ganze wird von einem, auf einem Fussbrette senkrecht stehenden Stative getragen. Die eine Glaskugel (A), nennen wir sie die Mariotte'sche Kugel, läuft an beiden Enden eines ihrer Durchmesser in je einen Hals aus, deren einer — bei wagrechter Stellung des Apparates der untere — unter einem Winkel von 45° auf die Kugel aufgesetzt ist und zur Einführung der erwähnten Communicationsröhre (C) dient; in den anderen Hals, den oberen, welcher senkrecht auf der Kugeloberfläche steht, ist eine zweite Glasröhre eingesetzt, welche dünn ausgezogen, dicht an dem gegenüberliegenden Halse beginnt, in diametraler Richtung durch die Kugel geht, ausserhalb derselben doppelt knieförmig gebogen ist und einen Kautschukschlauch trägt (O), der frei mit der äusseren Luft in Verbindung steht. Die innere Oeffnung dieser Röhre ist mit einem kleinen Metallschirm versehen, oder es ist das Ende der Röhre hakenförmig umgebogen.

Aus dieser Kugel fliesst das Quecksilber in die zweite Glaskugel (B), welche wir die Windkugel nennen wollen und welche ebenfalls nach zwei diametral entgegengesetzten Richtungen in einen Hals ausläuft. Der eine Hals — bei wagrechter Stellung des Apparates der Obern — bildet einen Winkel von 45° auf die Kugel-Oberfläche und hat die Bestimmung, die Commnicationsröhre aufzunehmen, welche dicht unter dem Stöpsel hakenförmig umgebogen

1) Fig. III zeigt in schematischer Darstellung die wesentlichsten Bestandtheile desselben; in Fig. IV ist der Apparat nach einer photographischen Abbildung gezeichnet.

endet. In den zweiten Hals — den unteren — ist eine Glasröhre eingefügt, welche bis dicht an den oberen Hals reicht, aussen wieder doppelt knieförmig gebogen ist, und mittelst eines Kautschukschlauches (jedoch mit sogleich zu beschreibender Unterbrechung) in die die Injekjectionsmasse enthaltende Flasche mündet. Auch diese Glasröhre ist an ihrem innern Ende mit einem Stahlplättchen gedeckt, oder einfach hakenförmig umgebogen [1]). Diese Kugel hat die Bestimmung, als Windkessel zu dienen; denn läuft das Quecksilber aus der druckerzeugenden Kugel ab, so wird es in der zweiten Kugel die Luft verdrängen, oder, wenn diess gehindert ist, comprimiren, ganz in derselben Weise, wie diess bei dem früher beschriebenen mit Wasser arbeitenden Apparate in der Flasche II geschah, und es gilt daher alles dort Gesagte auch für diesen Apparat, nur dass man den Unterschied zwischen dem spezifischen Gewichte des Wassers und Quecksilbers zu berücksichtigen hat. Damit das herabfallende Quecksilber nicht in die Oeffnung der Röhre falle, durch welche die Luft entweichen soll, ist diese Oeffnung durch einen kleinen Metallschirm gedeckt oder hakenförmig umgebogen. Jener Kautschukschlauch (N), welcher von der Windkugel in die Flasche mit der Injectionsmasse, kurz gesagt, die Injectionsflasche führt, trägt am Scheitel des Statives befestigt, ein kurzes Metallröhrchen (M), welches kreuzweise in drei Schenkel ausläuft. Der eine dieser Schenkel führt in ein kurzes etwa 3 bis 4 Cm. messendes Kautschukröhrchen (S), das frei an der Luft mündet — nennen wir es das Schliessrohr. Durch das Schliessen oder Oeffnen dieses Röhrchens kann man folglich die Lichtung der Windkugel mit der äusseren Luft in Communication setzen oder von derselben abschliessen. Letzteres muss immer der Fall sein, wenn der Apparat arbeiten soll; das erstere ist jedoch nöthig, wenn man in dem Falle, als das Quecksilber aus der Mariotte'schen Kugel abgelaufen und in der Windkugel angesammelt ist, durch Umdrehen des Rahmens das Quecksilber wieder in die Mariotte'sche

1) Zu den in erster Zeit verfertigten Apparaten wurden gewöhnliche Kugelvorlagen benutzt, und es waren daher an beiden Kugeln die Tubuli sämmtlich gerade eingesetzt, und zwar die der Mariotte'schen Kugel in diametraler Richtung, und die der Windkugel um 90° von einander abstehend, da die Herstellung der im Texte beschriebenen Kugeln sehr lange auf sich warten liess. Es musste desshalb die Communicationsröhre zweimal stumpfwinklig gezogen werden, was bei Injectionen unter sehr schwachem Drucke leicht eine kleine Unzukömmlichkeit mit sich bringt.

Kugel zurückfliessen lassen will. Es ist auch ersichtlich, dass man durch das einfache Oeffnen dieses Schliessrohres in jedem Momente die Arbeit unterbrechen kann, da die gespannte Luft der Windkugel und der Spritzflasche augenblicklich sich mit der äusseren Luft in's Gleichgewicht setzt, und daher jede Druckwirkung auf die Flüssigkeit aufhört. An jedem der beiden anderen Schenkel jenes Metallröhrchens ist ein längerer Kautschukschlauch (P) angebracht, der an das kurze Glasrohr einer Injektionsflasche (J) befestigt wird. Es ist hiedurch die Möglichkeit gegeben, den Druck des Apparates auf zwei Injectionsflaschen wirken zu lassen, und so zwei Injectionen gleichzeitig vorzunehmen. Jede dieser drei Röhren lässt sich durch eine mittels einer Schraube (L) zu regulirende Klemmvorrichtung öffnen oder schliessen.

Die Erhöhung oder Verminderung des Druckes geschieht einfach durch Drehung der Marriotte'schen Kugel nach auf- oder abwärts, und ist das Maass des Druckes, unter welchem die Injektionsmasse ausgetrieben wird, in Mm. Quecksilber für jede beliebige Einstellung des Apparates auf einen mit dem Rahmen der Kugeln drehbaren Metallbogen verzeichnet und kann an der vorderen Seite der Klemme abgelesen werden, mittels welcher der Kugelrahmen in jeder beliebigen Stellung zu fixiren ist. Diese Graduirung wird von dem Verfertiger des Apparates auf empirischem Wege mittels eines vorgespannten Quecksilbermanometers für jeden Apparat besonders vorgenommen.

Die Menge Quecksilber, welche der Apparat enthalten muss, beträgt 3½ Kilogramm; es wird in die Mariotte'sche Kugel eingefüllt, indem man selbe in die tiefst möglichste Lage bringt, und dann in den Kautschukschlauch, welcher von derselben ausgeht, und frei an der Luft mündet, einen Trichter einsetzt und langsam durch denselben das vorher gereinigte Quecksilber eingiesst. Die Luft entweicht dabei durch das Schliessrohr, welches daher während dieser Manipulation offen stehen muss. Ist der Apparat einmal gefüllt, so braucht man das Quecksilber nie wieder herauszunehmen.

Der hier beschriebene Apparat gestattet einen Druck bis zu 300 Mm. Selbstverständlich liesse er sich auch für einen höheren Druck einrichten.

Bevor wir zur Besprechung der Anwendung des Apparates übergehen, sei noch ein Wort über die Injectionsflasche und den Wärmeapparat gesagt. Als Behältnis für die Injectionsmasse dienen Fla-

schen, von einem Fassungsraume von etwa 150 bis 200 C. Cm., welche, wie bereits angeführt, in Form gewöhnlicher Spritzflaschen eingerichtet sind. Der Verschluss geschieht mittels eines vollkommen luftdicht schliessenden, doppelt durchbohrten Kautschukstöpsels, der, wenn mit hohem Drucke gearbeitet werden soll, vorsichtshalber noch mit einem starken Bindfaden am Halse der Flasche befestigt werden muss. Ebenso muss der zu- und ausführende Kautschukschlauch mittels Bindfaden luftdicht an die betreffende Glasröhre befestigt werden, Der ausführende Schlauch trägt gut eingebunden die Kanüle und muss, um mit letzterer frei und bequem umgehen zu können, etwa 60 Cm. lang sein. Zweckmässig ist es, die Kanülen von verschiedenem Kaliber ein- für allemal an kurze Kautschukröhrchen zu befestigen, welche am anderen Ende vollkommen unter einander gleiche Metallschrauben tragen (D), mit denen sie an eine für alle passende, am ausführenden Kautschukrohre angebrachte Mutter eingeschraubt werden; es wird dadurch das Wechseln der Kanüle sehr erleichtert. Die letzteren fertigt man sich am besten aus Glas, weil man sie so von beliebiger Form und Feinheit erhält, und weil ihre Durchsichtigkeit jedes Luftbläschen sichtbar macht, welches etwa vor dem Einbinden der Kanüle in dieselbe eingesaugt worden ist.

Behufs Injektion warmflüssiger Massen hat Prof. Hering folgende Vorrichtung im Gebrauch. Zur Aufnahme der Injectionsmasse dient ein mit heissem Wasser gefüllter Kessel (K), der an einem seitlich angebrachten Ausflussrohre einen dickwandigen, etwa 1½ Cm. im Durchmesser haltenden Kautschukschlauch trägt. Innerhalb dieses weiten Schlauches verläuft die dünnere, aus der Injectionsflasche führende Kautschukröhre, welche in dem Kessel durch eine Holländer-Schraube (V) an das Ausflussrohr der Injektionsflasche befestigt wird. Der weite Schlauch wird durch eine Messinghülse (H) abgeschlossen, an welcher seitlich ein Ausflussrohr (E), das durch einen Quetschhahn nach Erforderniss geschlossen wird, für das Wasser angebracht ist, während das Ausflussrohr für die Injectionsmasse in gerader Richtung dieselbe durchsetzt (F). So kann die Injectionsflasche sowohl als der ausführende Schlauch fortwährend mit heissem Wasser umspült und beliebig lange Zeit warm erhalten werden.

Es soll nun in Kurzem der Vorgang bei einer mit diesem Apparate vorzunehmenden Injection skizzirt werden.

Nachdem der Apparat sorgfältig und luftdicht mit der Injec-

tionsflasche in Verbindung gesetzt ist, wird alles Quecksilber in der Mariotte'schen Kugel gesammelt, indem man, wie bereits erwähnt, derselben durch Drehung die tiefstmögliche Lage giebt, während das Schliessrohr offen steht. Nun wird der Apparat auf den gewünschten Druck eingestellt, das Schliessrohr, so wie der nicht benützte Arbeitsschlauch zugeklemmt, worauf bald die Injectionsmasse zur Kanüle ausfliesst. Um keine Beimengung von Luft in derselben zu erhalten, kann man die ersten Tropfen opfern. Dann wird der Kautschukschlauch in einiger Entfernung von der Kanüle mit einer gewöhnlichen Schieberpincette abgeklemmt und ist nun zum Einbinden in das zu injicirende Gefäss bereit. Ist letzteres geschehen, so nimmt man die Klemmpincette ab, und die Injection geht vor sich. An dem tropfenweisen Ablaufen des Quecksilbers in die Windkugel, so wie in dem Aufsteigen von Luftbläschen durch das Quecksilber der Mariotte'schen Kugel hat man ein Kriterium für das Fortschreiten der Injection. Es ist natürlich nach der Verschiedenheit des Objectes und der Injectionsmasse der passende Druck ein sehr verschiedener, jedoch lernt man bald denselben für jedes einzelne Injectionsobject kennen. Im Allgemeinen und bei Objecten, deren Eigenthümlichkeit in dieser Beziehung man noch nicht kennt, thut man gut, mit geringem Drucke zu beginnen und je nach Erforderniss langsam und allmählig zu steigern.

Ist das Injectionsobject sehr gross und der verwendete Druck sehr stark, so kann es geschehen, dass vor Vollendung der Injection alles Quecksilber bereits aus der Mariotte'schen Kugel abgelaufen ist. In diesem Falle hat man einfach den arbeitenden Schlauch abzuklemmen, dann das Schliessrohr zu öffnen und den Apparat ganz umzudrehen. Ist dann alles Quecksilber wieder in die Mariotte'sche Kugel zurückgelaufen, so klemmt man das Schliessrohr zu und stellt wieder auf den früher innegehabten Druck ein. Erst wenn das Quecksilber zu fliessen aufgehört hat, also die in der Windkugel enthaltene Luft die dem Drucke entsprechende Spannung wieder besitzt, öffnet man auch den arbeitenden Schlauch. Während dieser ganzen Manipulation, die übrigens nur kurze Zeit in Anspruch nimmt, geht die Injection ihren Gang fort, da die in der Flasche abgesperrte gespannte Luft an und für sich so lange Flüssigkeit austreibt, als sie nicht mit dem entgegengesetzten Hindernisse im Gleichgewichte ist.

Will man die Injection unterbrechen, so öffnet man das Schliessrohr, oder klemmt den arbeitenden Schlauch ab, nimmt die Kanüle

heraus und lässt durch einfaches in die Höheheben derselben sammt dem arbeitenden Schlauche die in letzterem noch befindliche Injectionsmasse in die Flasche zurückfliessen.

Will man unmittelbar nach der ersten Injection noch eine zweite mit anderer Masse vornehmen, so spannt man die zweite Injectionsflasche vor den zweiten Arbeitsschlauch, und öffnet dann den letzteren, während man den ersten Schlauch abklemmt oder offen lässt, je nachdem die erste Injection fortgesetzt oder unterbrochen werden soll. Natürlich können zwei Injectionen zu gleicher Zeit nicht unter verschiedenem Drucke vor sich gehen.

Es kommen nun noch einige Vorsichtsmassregeln zu besprechen, welche bei der Handhabung des Apparates eingehalten werden müssen, soll die Injection gut und ohne Störung zu Ende geführt werden. Man untersuche von Zeit zu Zeit, ob alle Kautschukschläuche vollkommen luftdicht sind, da es manchmal vorkommen könnte, dass einer derselben durch den langen Gebrauch, oder aus welcher Ursache immer rissig geworden wäre. Es geschieht diess einfach auf die Weise, dass man den Apparat auf den höchsten Druck einstellt, und sämmtliche aus der arbeitenden Kugel führenden Schläuche an ihrem Ende abklemmt Ist alles in Ordnung, so muss, wenn die Luft in der Windkugel und den Schläuchen die maximale Spannung erlangt hat, das Abfliessen des Quecksilbers vollkommen aufhören. Ist diess nicht der Fall, so taucht man jenes Stück des Schlauches in welchem man den Defect vermuthet, im Wasser, wo man dann an dem Entweichen der Luftblasen genau die schadhafte Stelle erkennt; ein solcher Schlauch müsste natürlich durch einen neuen ersetzt werden.

Um die Schläuche zu schonen, halte man stets alle Klemmen offen, so lange der Apparat nicht benutzt wird. In entsprechender Weise untersucht man auch den genauen Verschluss der Injectionsflasche und der etwa mit den Kanülen benutzten Schrauben; ein ganz geringer Defect an letzteren schadet zwar nicht dem Gelingen der Injection, wohl aber der dabei wünschenswerthen Reinlichkeit.

Während der Injection kann man ohne Weiteres jede beliebige Steigerung des Injectionsdruckes vornehmen; will man jedoch von einem starken Drucke auf einen schwächeren übergehen, so klemme man den arbeitenden Schlauch ab und öffne das Schliessrohr, dann erst drehe man den Apparat zurück, weil bei geschlossenem Apparate die noch stärker gespannte Luft in der Windkugel ganz nach

Art eines Heron'sballes, das Quecksilber durch die Communicationsröhre plötzlich in die Mariotte'sche Kugel zurück, und von dieser durch den frei mündenden Schlauch nach aussen schleudern würde; — Verhältnisse, welche bei näherer Bekanntschaft mit dem Apparate leicht ersichtlich sind, daher auch bei einiger Uebung dieser unangenehme Fall nie eintreten wird. Damit aber selbst bei allenfallsiger Unachtsamkeit diess nicht vorkommen könne, ist an der Axe des Rahmens ein Zahnrad angebracht, welches nur bei offenstehendem Schliessrohr das Zurückdrehen des Apparates gestattet. Uebrigens lasse man, wenn es um ein ausgiebiges Zurücktreten des Apparates sich handelt, lieber früher alles Quecksilber aus der Mariotte'schen Kugel ablaufen. Damit aber, falls der angedeutete Unfall durch Unvorsichtigkeit doch einmal eintreten sollte, das herausgeschleuderte Quecksilber nicht verloren gehe, wird der betreffende Schlauch in ein Behältniss (G) geleitet, worin das Quecksilber aufgefangen und dann in der bereits früher erörterten Weise wieder in den Apparat gefüllt werden kann. Derselbe Unfall könnte sich auch ereignen, wenn während der Arbeit des Apparates, besonders bei sehr starkem Drucke auf andere Weise die Spannung der Luft in der Windkugel das Uebergewicht über den entsprechenden Quecksilberdruck erhielte, z. B. in Folge starker Erwärmung durch intensives Sonnenlicht, oder durch einen in unmittelbarster Nähe stehenden Wärmekessel u. dgl., welche Umstände daher Berücksichtigung erheischen.

Soll der Apparat weiter transportirt werden, so muss man das Quecksilber herausnehmen. Zu diesem Zwecke ist durch den einen Hals der Windkugel noch ein zweites Glasröhrchen geführt, welches nach aussen durch einen mit Schellack eingekitteten Glasstöpsel verschlossen ist. Durch eine Spiritusflamme erweicht man den Schellack, während die Windkugel hoch steht und leer ist, zieht den Glasstöpsel aus und bringt dann die Windkugel in die tiefste Lage, so dass das Quecksilber in dieselbe hinab —, und durch das Röhrchen in eine untergestellte Schaale ausfliesst. Nachdem kittet man den Glasstöpsel wieder ein. Die abermalige Füllung des Apparates geschieht in der oben beschriebenen Weise durch den in die Mariotte'sche Kugel führenden Kautschukschlauch.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XI.

Fig. I. Schematische Darstellung eines leicht zu improvisirenden Apparates zum Jnjiciren mit Hülfe von Quecksilber und comprimirter Luft.

A. Injectionsflasche.

B. Windkessel.

c und c. Kautschuk- und Glasröhre zur Verbindung beider Flaschen.

d. Graduirtes Glasrohr für die drückende Quecksilbersäule.

e. Trichter zum Einfüllen des Quecksilbers.

g. Oeffnung in dem Windkessel zur Entleerung des Quecksilbers mit einem Quetschhahn verschlossen.

Fig. II. Schema eines Injectionsapparates mit constantem Wasserdruck.

I. Mariotte'sche Flasche, a und b die eingefügten Glasröhrchen.

II. Windkessel, f und g die eingefügten Glasröhrchen.

III. Injectionsflasche.

c. Abflussöffnung der Mariotte'schen Flasche.

K. Kautschukschlauch zur Verbindung der Mariotte'schen Flasche mit dem Windkessel.

M. Manometer zur Messung des Druckes im Windkessel.

c und d. Rollen zum Aufziehen der Mariotte'schen Flasche.

Fig. III. Schematische Darstellung der wesentlichsten Bestandtheile des Hering'schen Injectionsapparates mit constantem Quecksilberdruck (mit 2 vorgespannten Injectionsflaschen und Wärmevorrichtung).

A Mariotte'sche Kugel.

B Windkugel.

C Communicationsröhre.

M gekreuztes Metallröhrchen.

S Schliessrohr.

P Arbeitende Schläuche.

L Schrauben zum Abklemmen des Schliesrohres und der arbeitenden Schläuche.

N Ausführendes Rohr aus der Windkugel.

O Ausführendes Rohr aus der Mariotte'schen Kugel in Verbindung mit

G Fläschchen als Reservoir für etwa verschleudertes Quecksilber.

I Injectionsflaschen.

D Schraube.

K Wärmekessel für Injectionen mit warmflüssigen Massen.

V Holländerschraube.

E Ausflussöffnung des Wärmekessels.

H Hülse zum Abschlusse des aus dem Wärmekessel führenden Schlauches — daneben etwas grösser gezeichnet.

F Ausflussröhre für die Injectionsmasse.

E Ausflussröhre für das warme Wasser.

Fig. IV. Derselbe Injections-Apparat nach einer photographischen Abbildung gezeichnet.

Ueber die Geschlechtsverhältnisse von Saprolegnia monoica.

Von
Johannes Reinke
in Rostock.

Hierzu Tafel XII.

Gegen Ende November d. J. theilte mir Herr Prof. F. E. Schulze den Körper einer Spinne mit, die, ins Wasser gefallen, mit einem dichten Rasen von reichlich fruchtender Saprolegnia monoica überzogen war; in den meisten Oogonien waren die Sporen schon ausgebildet, in einigen der Inhalt noch nicht getheilt. Auf meine Bemerkung, dass man an den Saprolegnien den bisher immer noch nicht ganz klaren Befruchtungsact der Pilze einst werde direct erweisen müssen und von welch' hohem Interesse diess sein würde, ermunterte mich Herr Prof. Schulze nicht nur, bei dem schönen Material an die Untersuchung zu gehen, sondern stellte mir auch zu diesem Behuf auf das Liebenswürdigste alle Instrumente und Reagentien des vergleichend-anatomischen Instituts, dessen Director derselbe ist, zur freisten Verfügung, wofür ich ihm nochmals meinen Dank auszusprechen mir erlaube; ich kann demnach meine Beobachtungen nur als aus seinem Institute hervorgegangen ansehen. Ich benutzte bei meiner Arbeit vorwiegend ein Microscop von Mertz, welches mit Ocular $1^{1}/_{2}$ und den Systemen $^{1}/_{12}$ und $^{1}/_{24}$ (Immersion) schöne Bilder von der beziehungsweisen Vergrösserung 360 und 770 giebt.

Da der Befruchtungsvorgang im Wesentlichen schon beendet und die wenigen Nachzügler auch schneller das Versäumte nachzuholen, als mir lieb war, sich beeilt hatten, so fürchtete ich bereits eine längere Keimungsperiode und eine Reihe ungeschlechtlicher Ge-

nerationen abwarten zu müssen, ehe ich neue günstige Objecte würde erlangen können. Vorher versuchte ich aber noch, die geschlechtliche Generation durch Sprossenvermehrung der Thallome zu erhalten und diess gelang über Erwarten vollständig. Ich übertrug einen Theil des Rasens auf ein Stück Fettgewebe in einem Gefässe mit Wasser, und nach ein paar Tagen waren die sporentragenden Oogonien abgefallen, lagen auf dem Boden des Gefässes und das Stückchen Fett mit dichtem Saprolegnia-Rasen bekleidet, wovon einzelne Aeste schon anfingen, Oogonien zu treiben; von Sporangien war nichts zu sehen.

Als ich meine Untersuchung begann, waren mir nur Pringsheim's Arbeiten im 23. Bande der Nova Acta über Achlya prolifera und im 1. und 2. Bande seiner Jahrbücher über Saprolegnia bekannt. Erst nach Vollendung derselben kam mir Hildebrand's Abhandlung im 6. Bande der Pringsheim'schen Jahrbücher über einige von ihm neu entdeckte Species dieser Familie zu Händen. Da Hildebrand für den physiologischen Vorgang nichts wesentlich Neues beibringt, dagegen einiges von ihm Gesehene meiner Ansicht nach vollständig missdeutet, so beschränke ich mich, an dem betreffenden Punkte darauf zurückzukommen.

Wenn ich das Resultat meiner Untersuchung ziehe, so kann ich im Wesentlichen die Beobachtungen Pringsheims nur bestätigen, in einigen Punkten, darunter dem wichtigsten, erweitern. Wenn ich im Folgenden dennoch in der Kürze den ganzen Vorgang, wie ich ihn sah, wiedergebe, dabei also manches Bekannte wiederhole, so hoffe ich, diess dadurch rechtfertigen zu können, dass eine sehr sorgfältig angestellte selbstständige Untersuchung, auch wenn sie wenig Neues zu Tage fördern sollte, durch die Bestätigung des Alten auch ihren Werth für die Wissenschaft hat; überdiess ist es äusserst unbequem, aus einer Beobachtung, die einen geschlossenen Cyclus bildet, einzelne, z. Th. isolirt noch dazu unverständliche Puncte aphoristisch herauszugreifen und zu beschreiben.

Saprolegnia monoica bildete auf dem Fettklumpen einen dichten, etwa 1'' langen Rasen, doch waren die fruchtbaren Fäden etwas kürzer. Das Thallom besteht aus fadenförmigen, verästelten, schnell wachsenden, das Aequivalent einer Zelle darstellenden Schläuchen; der untere Theil war wurzelartig in das Fettgewebe eingedrungen, die einzelnen Fäden hingen durch Ausläufer anastomotisch zusammen. (Fig. 1a.) Die Membran ist zart, glashell. Das Innere

der Fäden erfüllt zähflüssiges, hyalines Protoplasma, worin mehr oder minder zahlreiche Körnchen suspendirt circuliren. Die Menge dieser Körnchen kann in einem einzigen Faden sehr wechseln, bald sind sie so dicht gedrängt, dass das ganze Protoplasma das Ansehen einer grobkörnigen undurchsichtigen Masse gewinnt, bald kommen sie nur sehr vereinzelt und durch beträchtliche Zwischenräume von einander getrennt längs den Thalluswänden vor, so besonders in den älteren Theilen. Die Lage der Körnchen am Mantel der cylindrischen Röhre beweist, dass das Protoplasma einem axifugalen Zuge folgt; ob derselbe durch einfache moleculare Anziehung der Membran zu erklären, oder ob er aus einer eigenthümlichen, im Protoplasma selber enthaltenen Kraft resultire, wäre höchst interessant, zu entscheiden.

In der Regel sind die Hauptstämme, wenn ich mich so ausdrücken darf, dicker als die Verzweigungen, zuweilen kommen letztere ihnen aber auch gleich; nach den Spitzen zu verdünnen sie sich allmälich und schliessen mit ovaler Abrundung. Querwände kommen nirgends vor im Thallom, das Protoplasma kann also von den entferntesten Zweigspitzen aus continuirlich durch die ganze Pflanze circuliren. Kerne sind nicht sichtbar.

Die Entwickelung der Oogonien ist folgende. An einer Stelle der Röhre entsteht eine leichte Ausbuchtung (Fig. 2a), die Protoplasmakörper drängen nach diesem Puncte stärker hin, als nach andern, es entsteht hier eine heftigere Strömung. Dann sieht man diese Bucht sich zu einem kurzen Fortsatze ausstülpen; das Protoplasma drängt jetzt noch heftiger in denselben hinein, er verlängert sich schnell, indem er eigenthümliche, unmittelbar wahrnehmbare Bewegungserscheinungen zeigt, welche fast denen gleichen, die man an der Spitze von Oscillarien sieht, nur bedeutend langsamer sind: bald krümmt sich der Fortsatz nach der einen, bald nach der andern Seite, bald nimmt er eine leicht S förmige Gestalt an. Die Dauer dieser Erscheinung ist eine verschiedene; sie ist abhängig von der Länge des oogonialen Astes und letztere ist sehr variabel. (Fig. 2b.) Bei diesen Vorgängen kommt eine Frage in Betracht, die mir von Wichtigkeit erscheint. Man bemerkt eine stärkere Strömung, einen Andrang des Protoplasmas nach der Stelle des Schlauchs, wo sich der erste Anfang eines Fortsatzes bildet. Da fragt es sich nun: entweder, entsteht jene erste Ausstülpung in Folge stärkern Drucks des Protoplasmas auf einen Punct der Schlauchmembran?

Oder drängt das Protoplasma nach jener Stelle in Folge der entstandenen Ausstülpung und dadurch herbeigeführten Verdünnung? Ich neige mich nach vielfachen Beobachtungen und Erwägungen der ersteren Auffassung zu. Vor Allem spricht dafür, dass die Protoplasmakörnchen die eigenthümliche Bewegung zeigen, gewissermassen die zu ihrer gewöhnlichen Bewegungsrichtung senkrechte einschlagen, bevor noch das Geringste oder doch nur ein Minimum von Ausstülpung zu sehen ist. Es ist höchst interessant zu beobachten, wie die einzelnen Körnchen in Curven, die alle nahezu parabolisch erscheinen, nach einem bestimmten Puncte der Thalluswand hindrängen, hier an der Membran zurückprallen, langsam dem Strome folgen, dann plötzlich umkehren und ihren Angriff auf die Stelle wiederholen. Der Eindruck, den ich von dieser Erscheinung gewonnen habe, ist der, dass der Ast sich aus der Protoplasmamasse des Thallus ausstülpen will, dass die Membran eine ganz indifferente, hier nur hindernde Hülle bildet, die dem Drucke des Protoplasma's weichend, vermöge ihrer Elasticität eine Aussackung bildet, und da in dem so ausgedehnten Theile derselben der Zusammenhang der Molecüle gelockert ist, gelingt es leichter, neue Molecüle aus dem Protoplasma dazwischen zu lagern und so das Wachsthum auch der Membran zu bewirken; durch die dabei auftretende heftige Spannung werden die von mir beobachteten Nutationserscheinungen leicht erklärt.

Zunächst häufen sich nun an der Spitze des Astes allmälich Protoplasmakörnchen an, sie strömen aus dem Hauptstamme hinein, ohne zurückzufliessen. Dabei kann der Ast gerade bleiben (Fig. 2c), oder sich krümmen (Fig. 3 und 4). Durch die starke Anhäufung und den damit zusammenhängenden Druck wird der Scheitel des Astes aufgetrieben. Diese Anschwellung geht aus der keulenförmigen allmälich in die sphärische über, ihr Inhalt verdichtet sich immer mehr und auch im übrigen Aste, dem Träger, häufen sich successive immer mehr Protoplasmakörner an, bis dieser sowohl wie die Kugel, die er jetzt trägt, gleichmässig undurchsichtig und dunkel sich von dem hyalinen Hauptstamme abhebt. Bei genauer Einstellung auf den Rand sieht man übrigens, dass auch jetzt die Protoplasmakörnchen, wenn auch in dichteren Schichten, sich an die Membran des Oogoniums drängen, und selbst wenn das Oogonium ganz vollendet, erscheint die Mitte desselben weniger dicht. (Fig. 5.) Von nun an fliessen keine Körnchen mehr aus dem Mutterstamm hinein, sondern

wandern in diesem selber fort. In der Kugel findet aber noch eine Verdichtung des körnigen Inhalts statt; die Körnchen des Trägers werden allmälich von ihr absorbirt, wobei dieser sich nicht wieder aus seinem Mutterschlauche füllt, sondern durchsichtig bleibt, wie jener. Nachdem der Träger so alle Körner seines Inhalts an die Kugel abgegeben, trennt sich diese plötzlich von ihm durch eine Scheidewand; das junge Oogonium ist fertig. (Fig. 5.) Dasselbe braucht sich nicht immer, wie es freilich gewöhnlich der Fall ist, auf die kugliche Anschwellung zu beschränken; die Scheidewand umfasst auch noch hier und da einen kürzeren oder längeren Theil des Trägers.

Diess ist die gewöhnliche Entstehungsweise der Oogonien. Ausnahmsweise bilden sich Oogonien aber auch im Mutterstamm, und zwar dann nicht allein terminal, am Scheitel desselben, sondern auch, wenngleich seltener, interstitiell. Es sammeln sich Protoplasmakörner an den betreffenden Stellen zu dichter Masse an, treiben den Stamm dort kuglich auf, oder, wenn derselben besonders stark ist, füllen nur das Lumen desselben aus; die fertigen Oogonien trennen sich dann von dem übrigen Pflanzeninhalte durch eine, beziehungsweise zwei Scheidewände.

Auf ganz analoge Weise entstehen auch die Antheridien; anfangs kleine Ausstülpungen eines Hauptastes, wachsen sie bald zu längeren oder kürzeren Aesten aus, je nachdem das Oogonium sich in der Nähe befindet oder weiter antfernt ist. (Fig. 5.) Den Oogonien scheinen sie von Anfang an zuzustreben; sobald sie dieselben erreicht haben, schmiegen sie sich ihnen dicht an und schwellen an der Berührungsregion keulenförmig auf. Die Protoplasmakörnchen waren bisher in der Regel weniger zahlreich als im Hauptast; jetzt verdichten sich dieselben ein wenig, doch nicht entfernt in dem Masse, wie in den Oogonien, und endlich scheidet sich das keulenförmige Ende durch eine Querwand von dem erzeugenden Aste. Die Gestalt des Antheridiums ist unsymmetrisch, indem die äussere, dem Oogonium abgewandte Contour einen kleineren, die innere, dem Oogonium anliegende einen grössern Krümmungsradius zeigt. Der Scheitel ist abgerundet, so dass das ganze Antheridium als asymmetrische, auf der anlagernden Fläche sich der Oogoniumkugel proportional krümmende Keule erscheint. (Fig. 6.)

Gleichzeitig, aber ganz unabhängig von etwaigem Einfluss der Antheridien, beginnen auch die Oogonien, nach kurzer Rast sich

weiterzuentwickeln. Die bisher gleichmässig vertheilte, körnige Masse beginnt sich zu verdichten, und zwar um verschiedene Centra. Der Inhalt des Oogoniums zerfällt demgemäss allmälig, doch schnell, wie man leicht beobachten kann, in verdichtete, membranlose Protoplasmakugeln, welche in sehr verschiedener Anzahl, — ich zählte 1 bis 30 —, die Hülle des Oogoniums und sich unter einander tangirend, in einer hyalinen Flüssigkeit eingebettet erscheinen. Jetzt werden auch jene eigenthümlichen Löcher, die Zugänge für die Antheridien, die Mikropylen sichtbar. Dieselben müssen zweifelsohne während des gänzlich undurchsichtigen Stadiums der Oogonien, in der Hülle derselben resorbirt worden sein. Dies direct zu beobachten, ist mir nicht gelungen. Solche Bilder mit hellen Puncten, wie sie Pringsheim in Figur 3 und 4 Jahrb. I, Taf. XIX gezeichnet, habe auch ich häufig gesehen, allein nur bei Degenerationsvorgängen. Bei Entwicklungsbeobachtungen auf einem Objectträger geht manches Oogonium zu Grunde, und da sah ich dieselben stets vorher solche helle Puncte zeigen, die in einen schaumigen Zustand der ganzen Masse überführten. Und wollte man dennoch Fig. 3 als ersten Anfang der Löcherbildung gelten lassen, wie würde das Zusammengedrängtsein in die Mitte der Figur mit der auf Taf. XX dargestellten, richtigen Vertheilung der Löcher stimmen? Denn das Oogonium, folglich auch dessen Membran, sind auf Taf. XIX bereits völlig ausgewachsen, die Löcher müssten also auf der fertigen Membran auseinander rücken.

Die Antheridien schmiegen sich dicht an das Oogonium; wo dieselben nun über einem Loche des letzteren lagern, empfinden sie, wenn ich so sagen darf, den Mangel des Gegendrucks, und senden nun durch diese Oeffnung einen Fortsatz ins Innere des Oogoniums.

Der Fortsatz, den ich Entleerungsschlauch nenne, und welcher meistens, nachdem er die Mikropyle passirt hat, ein wenig anschwillt, dringt durch den von Zellsaft erfüllten, inneren Oogoniumraum, bis an die Befruchtungskugeln, gewöhnlich zwischen dieselben hinein, wodurch er dann meistens seine Spitze dem Beobachter entzieht. Dieser Schlauch ist anfangs völlig hyalin, und mit einer ausserordentlich feinen, nur einfach contourirt wahrnehmbaren Membran bekleidet; dieselbe wird später am Scheitel resorbirt (Fig. 6). Der Entleerungsschlauch, welcher häufig etwas gekrümmt ist, schien mir in der Regel etwa die Länge des Oogoniumradius zu erreichen.

Im Antheridium sind unterdessen eine Anzahl von Körperchen

aufgetreten, die sich vor den Protoplasmakörnchen ausser der beträchtlicheren Grösse durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen unterscheiden.

Zunächst treten einige feine Körnchen aus dem Antheridium in den Entleerungsschlauch, in dem Modus der gewöhnlichen Protoplasmabewegung; dann folgen einzelne der im Antheridium gebildeten, grössern, stark lichtbrechenden Körper. Schon die eigenthümliche, anfangs freilich noch langsam rotirende Bewegung, verräth ihre Verschiedenheit von den Protoplasmakörnchen: es sind Spermatozoiden. Das Ausschlüpfen beobachtete ich in folgender Weise. In ein Oogonium, welches nur 2 Befruchtungskugeln enthielt, und darum besonders gut sich zur Beobachtung eignete, war ausser einem Entleerungsschlauche, welcher ziemlich horizontal, und deswegen zur Beobachtung ungeeignet, verlief, ein anderer schräge von unten eingedrungen, dem ich gerade auf den Scheitel sehen konnte. Dieser zeigte innerhalb der Contour seiner Seitenwände eine deutliche Oeffnung (Fig. 6). Nun konnte ich beobachten, wie einzelne der Spermatozoiden durch diese Oeffnung aus dem Entleerungsschlauch in den umgebenden Zellsaft schlüpften. Sobald sie aus dem, offenbar mit zähflüssigem Protoplasma angefüllten Schlauche getreten, zeigten sie die so eigenthümliche, unverkennbare, schwärmende Bewegung der Spermatozoiden; auch war im Momente des Austritts, wie auch zuweilen während des Schwärmens, ihre Cilie deutlich sichtbar. Das Schwärmen dauerte fünf bis zehn Minuten; dann drangen sie langsam in das Innere der Befruchtungskugeln ein. Ich beobachtete, dass stets mehrere Spermatozoiden in eine Befruchtungskugel nacheinander eindrangen; es mochten etwa eine halbe bis dreiviertel Stunden zwischen dem Einschlüpfen des ersten und letzten liegen. Nach dieser Zeit vermochten die im Oogonium noch schwärmenden Spermatozoiden nicht mehr in die Befruchtungskugeln einzudringen, eine feine Membran hinderte sie daran. Deutlich sah man dieselben nun zurückprallen, und lange Zeit herumschwärmen, bis sie endlich zu Grunde gingen; gar nicht selten gelangten sie auch durch eine der Micropylen in der Oogoniummembran aus dem Oogonium in das umgebende Wasser des Objectträgers. Bei diesen gelang es besonders gut, sie mittelst Jod zu tödten und ihre Form zu studiren; Fig. 7 stellt zwei Exemplare bei 1400facher Vergrösserung dar.

Wenn Hildebrand (a. a. O. pag. 257) meint, er habe sich über-

zeugt, dass die von ihm an einer Achlya gesehenen, und in Fig. 10 und 11 auf Taf. XVI gezeichneten Körperchen keine Spermatozoiden seien, sondern gewöhnliche, molecular schwingende Protoplasmakörperchen, so täuscht er sich darin offenbar. Hildebrand muss weder stärkste Vergrösserung angewandt haben, denn da sieht man sogar während des Schwärmens das Vorhandensein der Cilien, noch hat er sie mit Jod behandelt, noch hat er endlich sie durch alle Stadien verfolgt, ihr Aus- und Einschlüpfen beobachtet. Ich habe die Spermatozoiden in allen von mir untersuchten Oogonien gefunden, habe auch in fast allen ihr Einschlüpfen gesehen. Das Austreten aus den Entleerungsschläuchen sah ich nur in zwei Fällen, weil durch die Lage der Kugeln erschwert, dort aber auf das Genaueste. Auf Seite 259 meint Hildebrand, die Bewegung der in Rede stehenden Körperchen sei identisch mit der in älteren, verletzten vegativen Schläuchen vorkommenden. Diese Bewegung habe ich auch gesehen und sorgfältig beachtet. Während in jüngeren, kräftig vegetirenden Aesten das Protoplasma eine eigenthümliche schiebende Bewegung zeigt, seine zähflüssige Beschaffenheit andeutend, sieht man in älteren, und zwar stets nachweisbar nicht mehr lebenskräftigen Theilen die Protoplasmakörper nicht mehr in der erwähnten Weise sich bewegen. sondern sie zeigen die bekannten zitternden Molecularschwingungen. Vor allen Dingen deutet diess auf eine Veränderung des Protoplasma's hin, das aus einer sehr zähen in eine leichtbewegliche Flüssigkeit übergegangen ist. Dann treten auch neben den gewöhnlichen Protoplasmakörnchen etwas grössere, stark lichtbrechende, bei oberflächlicher Betrachtung den Spermatozoiden ähnliche Körper auf, die sich aber bei genauerer Untersuchung evident als Fetttröpfchen, muthmasslich Zersetzungsprodukte des Protoplasma, herausstellen.

Es ist noch übrig, zu erwähnen, wie das Einschlüpfen der Spermatozoiden auf die Befruchtungskugeln wirkt. Das optisch wahrnehmbare Resultat dieses Vorgangs ist dasjenige, dass in Folge der Vermischung der beiden Körper aus dem Innern der Befruchtungskugeln sich Cellulosemolecüle abscheiden und an der Oberfläche derselben zu einer Membran zusammenlegen. Nach vielem Beobachten kann ich mich nur dafür entscheiden, dass diese Membran, die sich schnell beträchtlich verdickt, eine einfache sei. Dieselbe ist von vielen, ziemlich starken, radial laufenden Poren durchsetzt. Die Einfachheit der Membran wird leicht in Frage gestellt durch optische Bilder der Sporen, woran es scheint, als reichten die Poren

nicht bis zum Aussenrande: bei genauer Randeinstellung gesunder Sporen überzeugt man sich aber auch hiervon. Reagentien, wie einerseits Chromsäure und Alcohol absolutus, andrerseits Schwefelsäure und Kalilösung lassen stets nur eine Membran erkennen. Endlich spricht für das Dasein einer einfachen Membran ein Vorgang, den ich noch kurz beschreiben will.

Manche Oogonien scheinen merkwürdiger Weise noch nach Vollendung der Sporen einer Veränderung fähig zu sein; ich sah nämlich eine ganze Anzahl von Oogonien, nachdem dieselben einige Zeit gelegen hatten, mit Fortsätzen versehen, die ich vorher an ihnen nicht erblickt hatte. Diese Fortsätze schienen nicht ohne Bedeutung zu sein, da einzelne der Sporen in dieselben hineintraten und sich folgendermassen veränderten (Fig. 8). Die Spore dehnt sich in der Richtung des Oogoniumfortsatzes aus, die dabei stark gespannte Membran zerreisst endlich in 2 oder 3 Stücke und der Sporeninhalt wird in Gestalt von einer sehr feinkörnigen Protoplasmakugel frei, die sich bald in zwei bis vier Kugeln theilt. Wahrscheinlich treibt jede dieser Kugeln einen Thallusschlauch, doch habe ich diesen Vorgang noch nicht sicher genug beobachtet. Bei diesem Zerreissungsvorgange wird es zur Gewissheit, dass die Membran — deren Poren man besonders schön an den Zerreissungslinien constatiren kann — eine einfache sei.

Erklärung der Tafel XII.

Fig. 1. Untere Theile von Thallusschläuchen. a Wurzeltheil, im Substrat: b freier im Wasser fluthender Theil; c Gränze des Substrats (Fettgewebe).

Fig. 2. Anfänge zu Oogonienbildungen; die Pfeile deuten die Hauptrichtung des Protoplasmastromes an.

Fig. 3. Junges, noch unentwickeltes Oogonium.

Fig. 4. Desgleichen, weiter entwickelt.

Fig. 5. Fertiges Oogonium; a ein zum Antheridium sich umbildender Ast.

Fig. 6. Ein Oogonium mit fertigen Befruchtungskugeln, Antheridien und Spermatozoiden; einer der letzteren ist durch eine Mikropyle aus dem Oogonium entschlüpft und durch Jod getödtet.

Fig. 7. Spermatozoiden.

Fig. 8. Eine in einen Oogoniumfortsatz getretene Spore, deren Inhalt nach Zerreissung der Membran sich in drei Kugeln getheilt hat.

(Beendet am 20. December 1868.)

Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen und die Entwicklung der Epithelien.

Von

E. Pflüger.

Hierzu Tafel XIII. Fig. 1—12.

Im Jahre 1865 habe ich die Art, wie die Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen endigen, genauer beschrieben. Diese Angaben sind bis dahin von Niemand bestätigt, von Vielen geprüft und von Allen bezweifelt worden. In Veranlassung der mir überwiesenen Bearbeitung der Speicheldrüsen im Stricker'schen Handbuche der mikroskopischen Anatomie habe ich unter Zuhülfenahme der neuerdings von Max Schultze in die mikroskopische Technik eingeführten Ueberosmiumsäure meine früheren Beobachtungen einer nochmaligen eingehenden Controlle unterworfen, welche nur dazu gedient hat, dieselben noch fester zu stellen. Die Ueberosmiumsäure in richtiger Anwendung hat bei der Untersuchung der Drüsen den unschätzbaren Vortheil, dass sie die markhaltigen Nerven schwarz wie Kohle färbt, ohne dass die Substanz der Drüse bei mikroskopischen Präparaten eine merkbare Färbung annimmt. Die Nerven sehen, wenn die frische Drüse in diese Säure längere Zeit eingelegt worden ist, wie mit schwarzer Tinte gefüllte Schläuche aus. Da sie aber in den Speicheldrüsen bis zu ihrem definitiven Ende in der Drüsenzelle von mächtigem Kaliber und stets markhaltig bleiben, so ist nichts leichter, als ihren Verlauf vollkommen klar zu legen. Aus diesem Grunde lässt sich heutigen Tages die Tragweite dieses Reagens für den Verlauf der Nervenfasern im thierischen Körper noch gar nicht ermessen.

Beginnen wir mit der Betrachtung der Endorgane der Drüsennerven, so haben wir zunächst die Beziehungen derselben zu den »Ausführungsgängen«, den von mir sogenannten Speichelröhren, genauer zu behandeln. Diese werden von zahlreichen Zügen markhaltiger Nervenfasern begleitet, welche in allen Dicken vorkommen. Viele dieser treten mit den Speichelröhren in die innigste Beziehung.

(Siehe Fig. 1 und 2.) Das Präparat 1 stammt vom Ochsen und ist frisch, bei dem anderen durch Ueberosmiumsäure-Behandlung der Nerv geschwärzt. Diese Nerven durchbohren (Fig. 1) die Membrana propria und lösen sich dann in sich verästelnde immer feinere Fäden auf, welche von aussen die Cylinderepithelien umspinnen, um ein noch genauer zu betrachtendes subepitheliales Netz zu bilden. Die Fasern unter der Propria sind blass, weich und machen den Eindruck von nackten Achsencylindern. Dass aber das Nervenmark diese noch eine Strecke begleitet, erkennt man an der Schwärzung der Ueberosmiumpräparate im Umkreise der Endigung dicker Primitivfasern. Die unter der Membrana propria verlaufenden Achsencylinder verästeln sich in schliesslich unendlich feine varicöse Fäserchen, welche ganz dieselbe Beschaffenheit wie die Fäserchen haben, welche ihnen aus den Cylinderepithelien entgegenkommen (Fig. 4). Oft genug erkennt man, dass die letzten Ramificationen der Achsencylinder in diese Fäserchen übergehen, und dass also die Cylinderzelle das Endorgan bestimmter markhaltiger Nerven der Drüse darstellt. Oft lässt sich der Uebergang feiner und feinster markhaltiger Nerven in das subepitheliale Netz nachweisen (Fig. 3). Ja es gelingt sogar (Fig. 5), wenn auch selten, die Darstellung des Zusammenhanges des markhaltigen Nerven mit den Fortsätzen der Cylinderzelle bei vollkommener Isolation aller Theile. Hier kann man sich überzeugen, dass diese feinen Fortsätze der Zelle die directe Fortsetzung des Achsencylinders darstellen, von dem sie sich in keiner Weise unterscheiden. Zugleich bemerkt man, dass der Achsencylinder des zuführenden Nerven dicker als die fibrillären Fortsätze der Cylinderepithelien erscheint, die also Fortsetzungen der Achsencylinderfibrillen sein müssen. Nachdem der Nerv die membrana propria des Speichelrohres durchbohrt hat, gelangen die Achsencylinder entweder sofort zu ihrem Ende oder nachdem sie erst über längere Strecken sich unter der Propria ausgebreitet haben, so dass sie dann zwischen diesen und den fibrillären Fortsätzen der Cylinderepithelien verlaufen.

Wenn man die unermessliche Menge nervöser Fibrillen unter der Membrana propria sieht, so fragt man nach dem Sinn dieses Reichthums. Nachdem ich die Gesetze des Wachsthums der Drüsenepithelien genauer studirt hatte, ergab sich die Lösung.

Wenn man die irgendwie isolirten Speichelröhren auf die pinselartigen Fortsätze der Cylinderepithelien genauer prüft, so wird

man leicht bemerken, dass die Fäserchen an verschiedenen Speichelröhren oder bestimmten Abschnitten desselben Rohres ein sehr verschiedenes Aussehen darbieten können. Gewöhnlich erscheinen sie selbst bei den stärksten Vergrösserungen als fast unmessbar feine varicöse Fibrillen. Man findet aber alle möglichen Uebergänge bis zu ziemlich dicken Fasern. In dem Maasse, als sie an Volumen zunehmen, verlieren sie ihr weiches, blasses Ansehen immer mehr, gewinnen einen starken Glanz, der an dem freien der Cylinderzelle abgekehrten Ende beginnt und sich von hier mehr und mehr gegen die Ansatzstelle der Faser an der Zelle fortsetzt. Nicht selten spaltet sich das Ende der Faser mehrfach, so dass dann aus der Cylinderzelle scheinbar verästelte Fortsätze in Masse hervorgesprosst zu sein scheinen, die einen mächtigen Busch bilden, dessen Basis die kleine Cylinderzelle ist. An diesen Fasern fällt nun vor Allem auf, dass ihr freies Ende sich knopfartig erweitert, gleichsam ein kleines Kölbchen trägt. Man sieht diese Kölbchen grösser und grösser werden, bis sie sich augenscheinlich als Zellenkerne charakterisiren, welche von einem spärlichen Protoplasma umgeben werden. Dieser Prozess der Kernbildung schreitet von unmessbaren Anfängen beginnend in der Faser gegen die Cylinderzelle vor, so dass zwei, drei, ja sehr viele in einer Faser entstehen können. Die kleinen Kölbchen wachsen allmälig zu Speichelzellen aus, und es gelingt bei einiger Ausdauer nicht schwer, solche schon die Mosaik der Alveolen bildende Epithelien durch Fortsätze noch mit der Cylinderzelle in unmittelbarem Zusammenhange zu finden. Da immer ein grosser Abschnitt des Speichelrohres von diesem Prozess der Zellbildung ergriffen wird, und da unter der Propria die mächtigen Wucherungen vor sich gehen, so wird die Wand stark verdickt, vielschichtig und primär und secundär ausgestülpt, während die jungen Zellen auswachsen und sich zur Mosaik gruppiren. Gleichzeitig wächst aber auch das Bindegewebe spaltend in die dicke Masse der Wand hinein, um durch partielle Abschnürung alveolenartige Zellenhaufen gleichsam auszustechen. Man könnte mit anderen Worten auch sagen, dass in der durch Zellenwucherung mächtig verdickten Wand des Speichelrohres sich neue Alveolen durch Spaltungsprocesse differenziiren.

Mit Rücksicht auf das Verständniss dieses Vorgangs hebe ich hervor, dass die in den feinen Fortsätzen der Cylinderzellen sich neubildenden winzigen Kerne ohne sichtbare Betheiligung des Kernes

der Cylinderzelle selbst entstehen. Wenn bereits sehr viele sogar grössere junge Kerne in den Fortsätzen sich vorfinden, erscheint der Kern der Cylinderzelle immer noch wohlerhalten, kugelrund, scharf begrenzt und niemals einen Spross zeigend. Ja es kommen sehr schmale kernlose Cylinderzellen vor, in deren Fortsätzen sich doch auch Kerne entwickeln. Da die kernbildenden Fortsätze der Cylinderzellen zu gleicher Zeit die Fortsätze des von ihnen nicht verschiedenen Achsencylinders sind, so wird es wahrscheinlich, dass die Neubildung der Kerne ein Produkt des Achsencylinders darstellt. Als einen gewichtigen Grund für meine Auffassung möchte ich noch den anführen, dass die Fibrillen des Achsencylinders sich später direkt in Fibrillen der entwickelten Speichelzelle continuirlich fortsetzen, wie das ähnlich von Max Schultze für die Ganglienzelle beschrieben worden ist. Wir werden sogleich sehen, dass die entwickelte Speichelzelle eine Anschwellung des Achsencylinders ist. Da nun zu den Cylinderepithelien die feinsten Achsencylinder und Fibrillen gehen, welche mit den wuchernden Fortsätzen immerfort im Zusammenhange bleiben, und da Theile dieser Fortsätze später grosse Speichelzellen werden, welche mit kräftigen markhaltigen Fasern in Verbindung stehen, so folgt, dass mit den jungen Epithelien die zugehörigen Nerven auch bei dem erwachsenen Individuum gleichzeitig wachsen. In diese Reihe von Metamorphosen fällt eine von mir früher beschriebene Art der Endigung markhaltiger Nerven, welche darin besteht, dass ein solcher sich plötzlich mehrmals theilt, dann erweitert und nun feinkörniges Protoplasma mit vielen grossen und kleinen Kernen enthält.

Ich habe diese Art der Endigung der Nerven die »Protoplasmafüsse« genannt. Wenn man, was ich zuweilen beobachtete, manche Kerne mit Fasern versehen sieht, welche man in das Innere der Nervenfaser verfolgen kann, so drängt sich in hohem Grade der Gedanke auf, dass die Drüsenzelle aus dem Nerven herauswächst.

Wenden wir uns somit zu den Nervenendigungen der Alveolen, so haben wir zunächst die wichtigste zu betrachten, welche durch die markhaltigen Primitivfasern gebildet wird. Letztere verästeln sich zwischen den Alveolen auf das vielfachste, legen sich auf die Membrana propria und geben gerade da, wo sie diese durchbohren, gewöhnlich mehrere Aeste ab, welche ausserhalb derselben noch eine Strecke weiter bis zur nächsten Epithelzelle verlaufen, um dann über dieser in den Alveolus vorzudringen (Fig. 6 u. 8).

Der Nerv schwärzt sich in Ueberosmiumsäure bis zu der Stelle, wo er durch die Propria tritt. An der Durchbohrungsstelle hört, wie es scheint, das Mark ganz plötzlich auf (Fig. 7 u. 10). Dass die Membrana propria wirklich durchbohrt wird, folgt am schlagendsten daraus, dass sich der Zusammenhang markhaltiger oft sehr dicker Primitivfasern mit den Speichelzellen sehr leicht nachweisen lässt (Fig. 9. 10. 11. 12). Hat man vollkommen isolirte Präparate vor sich (Fig. 9. 10. 11. 12), so bemerkt man, dass das Nervenmark eine Spur vor der Speichelzelle wie abgeschnitten aufhört, und dass der Nerv dem weichen Protoplasma wie angeklebt ist. Studirt man die Insertionsstelle mit den stärksten Vergrösserungen, so gehen unendlich feine Fibrillen aus dem Nerven hervor, die sich direkt in Fibrillen des Protoplasma der Speichelzellen ohne bestimmte Grenzen fortsetzen. Am schönsten gewahrt man dieses Verhalten, wenn man den markhaltigen Nerven durch Quetschung seines Markes beraubt. Es hinterbleibt eine blasse, aus unendlich feinen Fibrillen zusammengesetzte Faser, welche sich direct in die faserige Substanz der Epithelzellen fortsetzen. Dieses Verhalten ist darum so wichtig, weil es die absolute Continuität und Verschmelzung von Achsencylinder und Epithel so eindringlich bezeugt. Da ich unter der Membrana propria keine durch Ueberosmiumsäure sich schwärzende Fasern gesehen habe, wohl aber stets an den Isolationspräparaten die Schwärzung und das Mark bis zur Epithelzelle reichend, so muss ich schliessen, dass der gewöhnliche Fall bei der Alveolenendung der ist, dass der Nerv die Membrana propria durchbohrt und direkt in die darunterliegende Speichelzelle einmündet. Darum reicht auch das Mark bis zur letzten Endigung an die Zelle heran. Derjenige Theil der Speichelzelle, in welche der Nerv eindringt, ist nur wenig durch etwas lichteres Protoplasma ausgezeichnet (Fig. 11 und 12). Den Kern sah ich nicht in diesem Segmente, sondern in dem anderen, dunkler granulirten Theil. Der Nerv reisst ungemein leicht von seiner Insertionsstelle ab, die, weil sie nur aus Achsencylinderfibrillen besteht, sehr weich zu sein scheint. Meist verräth nichts nachher die Stelle, wo er gesessen hat. Dass die markhaltigen Primitivfasern bald sehr fein, bald sehr dick sein können, hat jetzt nichts Befremdendes mehr, weil man weiss, dass die Epithelzellen von winzigen Knötchen mit äusserst feinen Achsencylinderfibrillen allmälig zu stattlichen Gebilden heranwachsen. Mit ihnen wächst der Nerv, legt Mark auf, und wird stärker und stärker. Theils dieser

Umstand, theils die bereits erwähnten Thatsachen, dass durch Druck das Mark aus den Primitivfasern ausfliesst, während der Achsencylinder in Fibrillen sich auflöst, die sich in das Protoplasma der Speichelzellen einsenken, verbieten es, die letzte Form der Nervenendigung als eine besondere Form festzuhalten. Ob es auf Grund dessen gestattet ist, alle blassen Nervenendigungen, welche sich an den Alveolen vorfinden, auf die gedachte Weise zu erklären, bleibt mir zweifelhaft.

Diese Untersuchungen stützen sich hauptsächlich auf die Ohrspeicheldrüse des Kaninchens, sowie auf die Unterkieferdrüse des Kaninchens und des Ochsen.

Ich habe bereits vor längerer Zeit kleine den Alveolen sich anschmiegende, mit vielen Ausläufern versehene, blasse Zellen beschrieben, welche sehr verschiedenartig in ihrer Grösse und der Beschaffenheit des Kernes sich erweisen.

Während ich diese Zellen für nervös ansprach, haben alle späteren Forscher mit Bestimmtheit sie für indifferente Gebilde erklärt, welche ein Netz bildeten und zu dem Bindegewebe gerechnet werden müssten. Eine erneute Untersuchung hat mir bei dem Kaninchen ergeben, dass diese Zellen einerseits mit Speichelzellen, andererseits mit Nervenfasern zusammenhängen. Sie gehören demgemäss nicht zu dem Bindegewebe. Wenn die bezeichneten mir widersprechenden Forscher den gedachten Zusammenhang nicht haben sehen können, so ist dies meine Schuld nicht. Von diesem Zusammenhang hängt aber Alles wegen der Deutung ab. Wegen dieses Zusammenhangs können die multipolaren Zellen nur modificirte Epithelien oder Nervenzellen sein. Ihrem anatomischen Charakter nach gleichen sie aber offenbar weit mehr kleinen Ganglienzellen als Epithelien. Denn Ganglienzellen haben verschiedene urtheilsfähige Forscher in ihnen seit länger vermuthet. Ihre zuweilen aber nicht immer dem Aussehen von Ganglienzellen nicht ganz entsprechenden Charaktere können zusammenhängen mit dem Prozess des fortwährenden Entstehens und Vergehens der Drüsentheile, dem auch die Nervensubstanz unterworfen sein muss; sie können bedingt sein durch Insulten der Präparation und Maceration. Ja zuweilen hat es mir scheinen wollen, als ob diese zarten Zellen Scheiden von der membrana propria erhielten, so dass sie dann bei der Isolation hautartige Fortsätze haben und Bindegewebszellen ähneln.

Die Endigung der Absonderungsnerven in dem Pancreas.

Von

E. Pflüger.

Hierzu Tafel XIII. Fig. 13—16.

Bei der Entdeckung der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen ist ein physiologisches Experiment für uns der Führer gewesen. Ich hatte erkannt, dass die Einwirkung der Nerven auf die Absonderung sich nicht wohl anders erklären liesse als dadurch, dass der Nerv die Drüsensubstanz, d. h. die Epithelzelle beeinflusst. Ich schloss mich nicht der Ansicht derjenigen an, welche sich vorstellen wollten, dass die Nervenfaser die endosmotischen Eigenschaften von Membranen zu verändern im Stande sei. Ausgehend von der natürlichsten Vorstellung, dass die Hauptmasse der Drüsen, die Epithelzelle, das eigentlich thätige Element sei, musste ich diese vom Nerven beeinflusst werden lassen. Wie ich wiederholt hervorhob, ist es nach Allem, was wir über die Wechselbeziehung der Nervensubstanz und irgend einer lebendigen Zelle wissen, nicht zu bezweifeln, dass sie die unmittelbare materielle Continuität voraussetzt. Dieser Satz ist abermals durch die vorhergegangenen Untersuchungen mit vollkommener Sicherheit festgestellt. Es giebt keinen Ort im Körper, wo sich die unzweifelhaft allerletzte Endigung der Nervenfaser mit solcher Evidenz nachweisen liesse, als in den Speicheldrüsen. Es handelt sich hier glücklicher Weise nicht um den Nachweis unendlich feiner blasser Nervenfasern, es handelt sich um wahrhaft grobe Verhältnisse, und ich mag nicht glauben, dass fernerhin der wesentliche Theil meiner Angaben auf Zweifel oder Widerspruch stossen kann.

Der Fall mit den Speicheldrüsen konnte aber ein singulärer sein. Wir besitzen, wenn ich etwa die Thränendrüse ausnehme, keine

Beobachtungen und Experimente, aus denen sich mit hinreichender Wahrscheinlichkeit der Satz ableiten liesse, dass auch die anderen Drüsen in ähnlicher Weise wie die Speicheldrüsen vom Nervensysteme beeinflusst werden. Nachdem ich die Methoden zur Demonstration der Endigung der Nerven in den Drüsen so weit ausgebildet habe, dass es mir verhältnissmässig leicht ist, an anderen Stellen sie wieder zu finden, so schien es mir von grosser Wichtigkeit, dass der anatomische Nachweis geliefert werde, und so dem physiologischen Experiment eine ernste Mahnung zugehe.

Ich wende mich zunächst in meinen Untersuchungen zu den Drüsen, die beim Embryo aus dem innern Keimblatt hervorgehen und lege hier zuerst dasjenige vor, was ich über die Bauchspeicheldrüse ermittelt habe.

Dieses, wie man bald sieht, noch ausserordentlich wenig erforschte Organ besitzt im Allgemeinen wohl einen ähnlichen Bau. wie die Speicheldrüsen des Mundes, nur sind die Alveolen im Allgemeinen grösser, die Epithelzellen weniger scharf von einander abgegrenzt, und bei der Behandlung mit verdünnter Ueberosmiumsäure ebenfalls ein fibrilläres Protoplasma zeigend. Die Richtung dieser Streifung verläuft wie bei den Speicheldrüsen radiär, d. h. von der Propria nach dem Drüsenkanale zu. Was die propria betrifft, so giebt es wohl kaum eine Drüse, an welcher sich Jeder so bestimmt überzeugen kann wie hier, dass diese neuerdings wieder in Zweifel gezogene Membran als eine glashelle, durchsichtige, ziemlich derbe. wenn auch sehr dünne und structurlose Haut existirt. Man lege die Bauchspeicheldrüse eines Kaninchens während dreier Tage in weingelbes Jodserum. In dieser Zeit haben sich die Epithelzellen durch eine offenbar verdauende Wirkung zum grossen Theile aufgelöst. ohne dass wegen des Jods eine Spur von Fäulniss bemerkbar ist. während die Membrana propria durchaus unangegriffen geblieben ist. Noch energischer schreitet dieser Lösungsprozess der Epithelien vor, wenn man nach der Jodserummaceration die Drüse noch ein bis zwei Tage in verdünnte Chromsäure von $^1/_{50}$ % legt. Jetzt sieht man die wegen der Auflösung stark verkleinerten Epithelien frei in dem weiten Sacke der Propria liegen, und ich empfehle allen Histiologen sich dieses Bild anzusehen, um für alle Zeiten die Membrana propria als ein unzweifelhaftes Gebilde der Speicheldrüsen zu restituiren. Es ist natürlich eine ganz andere Frage, ob diese Haut als eine von den Drüsenzellen erzeugte Bildung anzusehen ist, wie man das früher

annahm, oder ob sie zu dem Bindegewebe gezählt werden muss. Hervorheben will ich jedenfalls, dass ich an dieser beim Pancreas sich der Untersuchung so leicht darbietenden Membran keine Kerne oder irgend eine Andeutung, dass sie aus Zellen zusammengesetzt sei, habe wahrnehmen können. Das Einzige, was ich bemerkte, war, dass bei sehr starken Vergrösserungen verschwindend kleine runde Felder durch verwaschene Conturen sich gegen einander abgrenzten. Ueber die Ausführungsgänge des Pancreas vermag ich bis dahin keine neuen Thatsachen beizubringen.

Was nun die Nerven betrifft, so war ich erstaunt, mit Hülfe meiner neueren Methoden, die wesentlich in der richtigen Anwendung der Ueberosmiumsäure bestehen, einen ganz ausserordentlichen Reichthum markhaltiger Nerven aufzufinden. Man sieht dieselben nahezu in allen Stärken, in denen Nervenprimitivfasern überhaupt vorkommen. Bei ihrer Ausbreitung theilen sie sich sehr oft, um so mehr, je näher sie ihrer Endigung zustreben. Eine Schwann'sche Scheide habe ich auch an diesen Nerven sowie an den Speicheldrüsen des Mundes mit Bestimmtheit nicht nachweisen können. Sie sind deshalb sehr weich, leicht zerfliesslich, bilden Varicositäten und Anschwellungen und ähneln hierin sehr den Nervenfasern von Gehirn und Rückenmark. Auf ihrer Oberfläche sieht man an vielen Stellen doppelt conturirte Myelintropfen hervorquellen. Das Mark bildet, wenn man keine Ueberosmiumsäure anwendet, die characteristischen Gerinnungsformen; wurde aber die ganz frische Drüse in Ueberosmiumsäure eingelegt, dann bilden sich bekanntlich die Gerinnsel nicht, sondern der Nerv sieht wie frisch aus, ist doppelt conturirt, glänzend und je nach der Intensität der Wirkung des Reagens mehr oder weniger schwarz oder blauschwarz gefärbt.

Die Secretionsnerven treten nun an die Alveolen heran als feine oder sehr dicke Primitivfasern, verästeln sich auf ihnen vielfach und durchbohren die Membrana propria, wobei der Nerv ebenfalls seine Markscheide fast vollkommen verlässt (Fig. 13, 14, 16). Die Durchbohrung der Propria wird wieder am einfachsten festgestellt durch den Nachweis des Zusammenhangs einer markhaltigen Primitivfaser mit einer pancreatischen Epithelzelle (Fig. 15).

Ich könnte zum Belege weitere Zeichnungen vorlegen, die aber nur gleichsam Wiederholungen des bei den Speicheldrüsen des Mundes behandelten sein würden. Ich war überrascht zu bemerken, dass der Nachweis der Nervenendigungen im Pancreas etwas leichter ist als

bei den Speicheldrüsen des Mundes, was wohl seinen Grund darin findet, dass die Drüsenläppchen bei den Kaninchen im Mesenterium so fein vertheilt sind und durch so lockeres Bindegewebe zusammengehalten werden, welches der Isolation keinen bemerkenswerthen Widerstand leistet. Wenn man Isolationspräparate herstellt, so reissen die Nervenprimitivfasern merkwürdiger Weise meist nicht glatt von der Propria ab, sondern so, dass noch ein kleiner Zipfel hängen bleibt, in welchem der Rest von Nervenmark einen kugeligen, doppelt conturirten, glänzenden, in Ueberosmiumsäure sich schnell schwärzenden Tropfen oder dem Alveolus aufsitzenden Knopf darstellt. Wenn man das Pancreas in Ueberosmiumsäure einlegt, so hat man zu bemerken, dass es Substanzen enthält, die viel schneller die Ueberosmiumsäure reduciren, als dies bei den Speicheldrüsen des Mundes der Fall ist. Um demgemäss die Färbung der Drüsenzelle fast vollkommen auszuschliessen, muss man sich sehr verdünnter Lösungen bedienen. Diese genügen zur intensiven Schwärzung der Nervenfasern noch immer vollständig.

Da ich gegenwärtig mit der Untersuchung der Nervenendigungen in den andern wichtigen Drüsen noch beschäftigt bin, so behalte ich mir bis zum Abschlusse meiner Forschungen vor, die genaue Anweisung zur Herstellung der Präparate zu geben.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIII.

Fig. 1. Speichelrohr vom Ochsen mit Endigung markhaltiger Nerven. Frisch. Vergr. 590.

Fig. 2. Speichelrohr vom Ochsen. Vergr. 590. Nerv durch Ueberosmiumsäure geschwärzt.

Fig. 3. Speichelrohr; auf die Oberfläche des Randes eingestelltes Mikroskop. Endigungen feinster markhaltiger Nerven. Vergr. 800. Vom Ochsen.

Fig. 4. Speichelrohr mit zutretendem Axencylinder. Vom Ochsen. Vergr. 590.

Fig. 5. Cylinderzelle eines Speichelrohres mit zutretenden markhaltigen Nerven. Jodserummaceration. Vom Kaninchen. Vergr. 590.

Fig. 6. Endigung markhaltiger, durch Ueberosmiumsäure geschwärzter Nerven an einem Alveolus des Ochsen. Vergr. 590.

Fig. 7. Endigung eines markhaltigen Nerven mit glockenartiger Erweiterung an einem Alveolus des Kaninchens. Vergr. 590.

Fig. 8. Endigung eines markhaltigen Nerven an einem Alveolus des Kaninchens. Jodserummaceration. Vergr. 590.

Fig. 9. Endigung einer sich theilenden markhaltigen Nervenfaser in Speichelzellen des Ochsen. Durch Ueberosmiums. geschwärzt. Vergr. 590.

Fig. 10. Endigung eines geschwärzten markhaltigen Nerven in grossen Speichelzellen des Ochsen. Vergr. 590.

Fig. 11. Endigung eines geschwärzten, vielgetheilten, markhaltigen Nerven in drei Speichelzellen des Kaninchens. Vergr. 590.

Fig. 12. Endigung eines feinen markhaltigen Nerven in kleinen Speichelzellen des Kaninchens. Jodserummaceration. Vergr. 590.

Fig. 13. Endigung geschwärzter, dicker, markhaltiger Nerven am Alveolus des Pancreas vom Kaninchen. Vergr. 590.

Fig. 14. 16. Dasselbe. Vergr. 590.

Fig. 15. Endigung in einer pankreatischen Epithelzelle. Vergr. 590.

NB. Alle Präparate sind von der Gl. submaxillaris, abgesehen von denen aus dem Pancreas.

Nachschrift. Als diese Abhandlungen bereits abgeschlossen waren, erhielt ich durch die Güte des Verfassers eine unter Kühne gearbeitete wichtige Abhandlung über das Pancreas von Paul Langerhans (Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Bauchspeicheldrüse. Inauguraldissertation. Febr. 18. 1869. Berlin). Das Wesentlichste besteht einmal in dem Nachweise multipolarer Zellen, die offenbar sehr ähnlich den von mir bei den Speicheldrüsen beschriebenen sind und welche Langerhans, da sie im Centrum des Acinus liegen, »centroacinäre Zellen« nennt. Er constatirt ihren Zusammenhang mit Epithelzellen, hält sie aber für Epithelialgebilde. Sodann weist er durch Injection mit Berlinerblau nach, dass wie bei der Leber runde feine Canäle zwischen den Plattenepithelien verlaufen. — Hier kann ich für die Speicheldrüsen des Mundes hinzufügen, dass ich einige Punkte über deren Structur Herrn Stud. Anton Ewald aus Berlin zur Untersuchung übergeben habe. An mit Berlinerblau injicirten Speicheldrüsen des Hundes haben wir gefunden, dass die Speichelzellen der Alveolen ganz ähnlich wie dies von der Leber bekannt ist, von blau injicirten Kanälen umsponnen werden, die feiner sind, als sie dort vorkommen. Sie communiciren direct mit dem Centralcanal und verlaufen auch unter der M. propria. Die glänzenden Striche, welche zwischen den Speichelzellen sich hinziehen, sind also wesent-

lich und hauptsächlich durch ein System äusserst feiner Secretionsröhrchen bedingt. Bei den Speicheldrüsen wird es sich vielleicht feststellen lassen, ob diese Röhrchen etwa Fortsetzungen der Zellmembran der Speichelzelle sind, welche das vom Protoplasma erzeugte Secret abführen, also eigentliche Ausführungsgänge der Zelle selbst oder ob in der That diese Canälchen der Ort sind, in welchen die Zelle auf allen Punkten, wo sie von ihnen berührt wird, das Secret abgiebt. Mir scheint die erstere Annahme plausibler. Herr Anton Ewald wird demnächst das Genauere veröffentlichen.

Ueber den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Thiere.

Von

Dr. G. Schwalbe.

Hierzu Tafel XIV und XV.

Im Anschluss an meine Beobachtungen über die glatten Muskelfasern der Wirbelthiere theile ich in den folgenden Zeilen neue Untersuchungen über das Muskelgewebe einer grossen Anzahl von wirbellosen Thieren mit. Ein Aufenthalt in St. Vaast an der Küste der Normandie wurde vorzugsweise zu diesem Studium benutzt und setzte mich in den Stand, die verschiedensten Formen aus den vier Thierkreisen der Coelenteraten, Echinodermen, Würmer und Mollusken im frischen Zustande auf den feineren Bau der Muskelfasern untersuchen zu können.

Von den Arbeiten früherer Forscher, welche unseren Gegenstand allgemeiner behandeln, werde ich besonders der Abhandlungen von Weissmann[1]) und G. Wagener[2]) zu gedenken haben. Weissmann gebührt das Verdienst über die Formverhältnisse dieser Gebilde bei den verschiedensten Thieren den genauesten Aufschluss ge-

---

1) Ueber die zwei Typen contractilen Gewebes und ihre Vertheilung in die grossen Gruppen des Thierreichs, sowie über die histologische Bedeutung ihrer Formelemente. Ztschrft. f. rat. Med. (3) Bd. 15 1862, und: Zur Histologie der Muskeln. Ibid. (3) Bd. 23. 1864. — Die erste dieser Abhandlungen werde ich der Kürze halber in den Citaten stets mit I, die zweite mit II bezeichnen.

2) Ueber die Muskelfaser der Evertebraten. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond 1863.

geben zu haben. Dazu ist in der That die von ihm vorzugsweise benutzte Kalilauge von 35 Procent ein vorzügliches Mittel, und habe ich hier den so vollständigen Mittheilungen jenes Forschers nicht viel Neues hinzuzufügen.

Anders dagegen steht es mit dem feineren Bau der Muskelgebilde. Um diesen in allen seinen Theilen zu erkennen, darf die Kalilauge nicht in Anwendung gebracht werden, wie ich schon bei einer früheren Gelegenheit [1]) auseinandergesetzt habe. Die Unterlassung der Beobachtung der Muskelfasern im frischen Zustande erklärt es wohl am besten, dass Weissmann viele der hierher gehörigen Verhältnisse entgangen sind und dass er zu einer so schroffen Trennung der Muskelgebilde in Muskelzellen und Muskelprimitivbündel kommt, die in Wirklichkeit nicht vorhanden ist.

Anders G. Wagener. Indem derselbe sich weniger die Untersuchung der allgemeinen Formverhältnisse, als des feineren Baues der Muskelfasern zur Aufgabe machte, kam er zur Erkennung mancher wichtigen feineren Structurverhältnisse. Diese lehrten ihn, dass eine so schroffe Trennung der contractilen Gebilde in Muskelzellen und Muskelprimitivbündel, wie sie Weissmann statuirt, nicht vorhanden sei, dass vielmehr Uebergänge von den einfacheren zu den complicirteren Formen existirten, welche letztere Ansicht auch Leydig [2]) zu theilen scheint. Ueber die Ansicht G. Wagener's, dass die Fibrille das Primitivelement der Muskelfaser sei, werde ich nach Mittheilung meiner eigenen Beobachtungen noch mein Urtheil abzugeben haben.

Nach der Arbeit von G. Wagener schien die schroffe Trennung der contractilen Gebilde in die beiden Weissmann'schen Typen unhaltbar geworden zu sein. Allein Weissmann stellte nun in seiner zweiten oben citirten Arbeit den Satz in den Vordergrund, dass bei morphologischen Betrachtungen nur die Histogenese massgebend sein könne, und histogenetisch sei eine Trennung seiner beiden Typen wohl gerechtfertigt. Da ich nun meine Ansichten über das contractile Gewebe ebenso wie G. Wagener aus dem Studium

---

1) Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskelfasern. Dieses Archiv Bd. IV p. 392. Durch ein Versehen ist hier die Angabe vergessen, dass eine körnige Substanz an den Kernen zuerst von Klebs erwähnt wird (Virchow's Archiv Bd. 32. 1865).

2) Vom Bau des thierischen Körpers p. 79.

des feineren Baues der Muskelfasern geschöpft habe, so hätte ich mich zunächst hierüber zu verantworten. Ich bestreite zunächst durchaus nicht die grosse Wichtigkeit der embryologischen Forschung für die morphologische Betrachtung. Wohl aber glaube ich beweisen zu können, dass weder aus Weissmann's eigenen entwickelungsgeschichtlichen Arbeiten noch aus denen anderer Forscher die Berechtigung einer Trennung der Muskelfasern in Muskelzellen und Muskelprimitivbündel zu folgern sei. Denn einmal liegen für die Muskelfasern der Evertebraten nur erst spärliche embryologische Beobachtungen vor, deren Weissmann kaum gedenkt. Soviel ich weiss, beschränken sich dieselben auf die Angaben von Gegenbaur [1]), dass bei Helix die Muskelfasern des retractor oculi durch Verschmelzung reihenweise hintereinander liegender spindelförmiger Zellen entständen, und auf die Untersuchungen von Margo [2]), denen zu Folge die Muskelelemente der Mollusken ganz allgemein durch Auswachsen kleiner spindelförmig sich gestaltender Zellen, der sogenannten Sarkoplasten, entstehen. Beide Forscher sind also zu ganz entgegengesetzten Resultaten gekommen und ist es demnach noch nicht gestattet, weiter gehende Folgerungen daraus zu ziehen.

Ganz ähnlich steht ferner die Frage in Betreff der Entwickelung der »Muskelprimitivbündel« der Arthropoden und Wirbelthiere. In Betreff der Entstehung der quergestreiften Muskelfasern der Wirbelthiere theilt Weissmann die Ansicht der hervorragendsten Forscher, dass nämlich dieselben aus einer Zelle entstehen. Man sollte nun meinen, dass diese Gebilde auch zum Muskelzellentypus gehören müssten. Höchstens könnte man sie den übrigen Muskelzellen mit einem Kern als mehrkernige gegenüberstellen. Allein hier weicht Weissmann von dem histogenetischen Eintheilungsprincip ab und vereinigt die Muskelfasern der Wirbelthiere offenbar des so ähnlichen Baues wegen mit den Muskelfasern der Arthropoden zum Typus der Muskelprimitivbündel, obwohl die Arthropoden-Muskelfasern seinen eigenen Untersuchungen zu Folge durch Zusammenschmelzen mehrerer Zellen entstehen.

Diese kurze Auseinandersetzung mag genügen zur Erkenntniss des Werthes der Weissmann'schen Eintheilung der Muskelfasern.

1) Entwickelung der Landgasteropoden. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. III. 1851.

2) Ueber die Muskelfasern der Mollusken. Sitzungsb. der Wiener Akademie. Math naturw. Klasse. Bd. 39.

Es wird daraus zugleich ersichtlich, dass vor der Hand, ehe genaue embryologische Beobachtungen existiren, es nur der feinere Bau der Muskelfasern sein kann, der uns bei morphologischen Betrachtungen zu leiten hat, dass ferner der Streit wegen der Natur des Sarkolemms, ob dasselbe bindegewebigen Ursprungs oder Zellmembran der Muskelfaser sei, für die Klassen der wirbellosen Thiere, ehe nicht die Entwickelung bekannt ist, nur fruchtlos sein kann. Ich habe mich deshalb in meinen Beobachtungen, die ich nunmehr folgen lasse, darauf beschränkt, die Fälle zu notiren, wo ein Sarkolemm wahrgenommen werden konnte, ohne über die Entstehung desselben in jedem einzelnen Falle Vermuthungen aufzustellen, die nicht durch Thatsachen gestützt werden.

Zunächst einige Worte über die Methode der Untersuchung. Viele der unten zu schildernden feineren Structurverhältnisse sind nur an ganz frischen Muskelfasern zu erkennen. Womöglich sind dieselben ohne jede Zusatzflüssigkeit zu untersuchen. Will man eine solche anwenden, so empfehlen sich am meisten dünne Kochsalzlösungen; jedoch kommt es hier sehr auf die Concentration an und verhalten sich in dieser Beziehung die Muskelfasern der verschiedenen Thiere sehr verschieden. Man muss deshalb erst für jedes Thier die geeignete Concentration feststellen. Die Lösungen, die ich in Anwendung brachte, enthielten je nach der Natur der zu untersuchenden Fasern $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Procent Chlornatrium. So bereitete Präparate werden übrigens am besten gleich untersucht, da bei längerem Liegen derselben trotz sorgfältiger Auswahl der Zusatzflüssigkeit immer Veränderungen des Objects eintreten. Zum längeren Conserviren der Muskelfasern empfehlen sich am meisten Lösungen von Kali bichromicum von 5 bis 6 Procent. In denselben erhalten sich die feineren Structurverhältnisse oft lange Zeit vortrefflich. Dass ich mich ausser der Beobachtung im frischen Zustande noch der Behandlung mit den verschiedensten Reagentien bedient habe, um dadurch weitere Auskunft über den feineren Bau der betreffenden Muskelfasern zu erhalten, versteht sich von selbst. Auch Macerationen in dünnen Lösungen von Chromsäure oder doppelt chromsaurem Kali wurden vielfach in Anwendung gebracht.

Gehen wir nunmehr zu den Ergebnissen der Untersuchung über.

Coelenteraten.

Von Coelenteraten standen mir nur Arten der Gattungen Actinia und Cereus zu Gebote, deren Muskelfasern einander sehr glei-

chen. Im frischen Zustande sind dieselben schwer zu isoliren, und dies gilt besonders für die Fasern der Fussscheibe von Cereus. Sie erscheinen dann als homogene glänzende Fasern, an denen keine weiteren Structurverhältnisse wahrzunehmen sind. Nach längerem Liegen in Lösungen von Kali bichromicum von 3 Procent oder dünner Chromsäure gelingt es dagegen leicht, die einzelnen Muskelfasern zu isoliren und zeigen sich dieselben dann als lange, dabei aber sehr schmale, drehrunde spindelförmige Elemente [1]), die an gelungenen Präparaten deutlich eine Sonderung in drei Hauptbestandtheile erkennen lassen (vergl. Fig. 1 a): in einen kleinen kugelrunden Kern von 2,7 μ Durchmesser, in eine den Kern umgebende körnige Masse und in die homogene stark glänzende contractile Substanz, welche den grössten Theil der spindelförmigen Zelle bildet. Der Kern liegt in der Mitte der Länge der Muskelfaser innerhalb einer hügligen Auftreibung, die jedoch nur aus körniger Masse gebildet wird, sodass er also hier seine Lage ganz ausserhalb der contractilen Substanz hat. Für die Existenz einer feinen membranartigen Umhüllung dieser Muskelzellen spricht einmal die scharfe Begrenzung des körnigen Hügels (vergl. Fig. 1a); es sprechen ferner dafür gewisse Bilder, die man auf eine Aufrollung der Muskelfasern analog der von mir bei den contractilen Faserzellen der Wirbelthiere beschriebenen beziehen muss. So kann man die in Fig. 1 b abgebildete Faser wohl nicht anders erklären, als durch die Annahme, dass sich im unteren Theile der Figur ein Längsspalt gebildet hat, dass die beiden Spaltränder dann auseinander gewichen sind, wobei an einem derselben die körnige Substanz sammt Kern sitzen blieb. Wir erkennen an derselben Figur ferner, dass zwei runde homogene Kerne vorhanden sind, dass die körnige Substanz bedeutend abgenommen hat, was sich durch Lösung eines Theils der Körnchen in der dünnen Macerationsflüssigkeit leicht erklärt, und dass dieser Rest der Körnchen auf einer zarten Membran aufsitzt, die in Fetzen den rechten Rand der Faser begrenzt. Die Annahme eines feinen Sarkolemms ist deshalb wohl nicht ungerechtfertigt.

Während wir nun in dem oben beschriebenen Präparate von Actinia 2 Kerne auftreten sehen, finden wir bei Cereus anstatt dessen nicht selten zwei körnige Hügel, welche in geringem Abstande von

---

1) Die Maasse sind bei Actinia: Länge der Fasern 150—160 μ (Mikromillimeter). Breite der Fasern 1,8, bis 3,6 μ.

einander einseitig der contractilen Substanz aufsitzen, von denen aber nur der eine einen ovalen Kern enthält (Fig. 2 a). An den meisten durch die bereits erwähnten Methoden oder auch durch 35procentige Kalilauge isolirten Fasern sind Kern und körnige Substanz nicht zu sehen; sie scheinen in keiner allzufesten Verbindung mit der contractilen Substanz zu stehen und nach Auflösung der dünnen gemeinsamen Membran abzufallen. Dann erhält man Bilder, wie ich deren eines in Fig. 1 c von Actinia gezeichnet habe. Solche Fasern lassen bei Cereus oft von Strecke zu Strecke Anschwellungen erkennen (Fig. 2 b); letztere sind vielleicht auf partielle Contractionen der Muskelfasern zu beziehen. Längsstreifung sieht man an frischen Faserzellen nie. Auch durch Anwendung der verschiedensten Reagentien gelingt es nicht, Fibrillen abzuspalten. Nur die abgerissenen Enden der Muskelfasern sind zuweilen etwas ausgefasert.

Soweit meine eigenen Beobachtungen über die Muskelelemente der Coelenteraten. Nach den Angaben anderer Forscher, die in der Litteratur zerstreut sind, scheinen die Muskelfasern der übrigen Polypen und vieler Medusen ganz analog gebaut zu sein. Ein besonderes Interesse verdient eine Beobachtung von M. Schultze[1]), welche Virchow und Brücke[2]) bestätigten und erweiterten, der zu Folge die Muskelfasern der Schwimmscheibe von Aurelia aurita im frischen Zustande eine deutliche Querstreifung erkennen lassen. Auch Kölliker[3]) gedenkt einer »ziemlich deutlichen Querstreifung« an den Faserzellen von Pelagia und Agalmopsis. Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass schon im Kreise der Coelenteraten eine höhere Differenzirung der in den meisten Fällen hier noch homogenen contractilen Substanz auftreten kann.

Echinodermen.

Als Untersuchungsmaterial dienten Ophiothrix fragilis, Asteracanthion rubens und eine unbestimmt gebliebene Art der Gattung Asteriscus, und zwar sämmtlich im frischen Zustande.

Ein besonderes Interesse verdienen die Muskelfasern von Ophiothrix fragilis, welche sich zwischen den Ambulacralwirbeln befinden

1) Ueber den Bau der Gallertscheibe der Medusen. Müller's Archiv 1856.

2) Sitzungsberichte d. Acad. d. Wiss. z. Wien vom 15. October 1863.

3) Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. Würzburger Verhandlungen VIII. 1858 p. 111.

und die Bewegungen der Arme vermitteln. Zerzupft man ein solches Interambulacralbündel in $^1/_2$procentiger Kochsalzlösung und betrachtet sodann das Präparat mit starken Vergrösserungen, so bemerkt man zunächst, dass die sich leicht isolirenden Muskelfasern von einem deutlichen Sarcolemm umgeben sind, welches sich sehr häufig an einzelnen Stellen weit abhebt (vergl. Fig. 3). Innerhalb desselben zeigen sich dann die cylindrischen 10,8 bis 14,4 μ breiten contractilen Fasern oft seltsam gekrümmt; ihre abgerissenen Enden sind meist abgestumpft. Man erhält auf diese Weise immer nur Bruchstücke, wie die eben beschriebene, was auf eine grosse Weichheit der contractilen Substanz hindeutet. In Betreff des Sarkolemms muss ich noch bemerken, dass dasselbe sich zuweilen in quere Falten legt, die oft ziemlich dicht hinter einander liegen können. Dadurch kommt dann eine Art Querstreifung zu Stande. Man kann aber keinen Augenblick zweifeln, dass die letztere auf Querfalten im Sarcolemm beruhe, wenn man die Ränder der Muskelfaser betrachtet. Es zeigen sich daselbst feine Einkerbungen des Sarkolemms, von denen aus dann die Querlinien über die Muskelfaser hinwegziehen. Es ist dies ganz der Befund, den wir beim Blutegel sehr oft erhalten, wo ein solches Verhalten auch von Heidenhain [1]) schon beschrieben wurde. Wir werden unten noch mehr derartige Fälle kennen lernen.

An vielen der isolirten Muskelfaser-Bruchstücke wird dicht unter dem Sarkolemm zwischen diesem und der contractilen Substanz ein Kern deutlich [2]) von elliptischer Gestalt und homogenem Inhalt, zuweilen auch mit kleinem glänzenden Kernkörperchen. Eine körnige Substanz um den Kern herum ist entweder nicht vorhanden oder nur durch wenige an den Polen des Kerns aufgehäufte Körnchen vertreten. Innerhalb der Muskelfaser ist weder von Kernen noch von Körnchen etwas zu sehen.

Das Hauptinteresse erregt jedoch die contractile Substanz selbst. An den oben beschriebenen gekrümmten Muskelfasern mit abgehobenen Sarkolemm ist dieselbe gewöhnlich gequollen und nur mattglänzend. Bei genauerer Betrachtung solcher Fasern wird man bald auf Liniensysteme aufmerksam, die nicht etwa quer um die Muskelfaser herum oder der Länge nach verlaufen und somit eine

1) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau I. 1861.

2) Länge des Kerns 3,6 bis 5,5 μ. Breite des Kerns 1,8 bis 2.7 μ.

Quer- oder Längsstreifung darstellen, sondern die vielmehr schräg von einer Seite der Faser zur andern hinüberziehen. Es hat den Anschein, als ob zwei sich kreuzende Systeme von Spiralfasern um den Muskelcylinder herumliefen (Fig. 3).

Es trat nun die Frage heran, wie diese Bilder zu erklären seien. Im Sarkolemm konnte die erwähnte Streifung nicht liegen, denn dies war gerade an den Stellen mit deutlichster doppelter Schrägstreifung weit abgehoben. Es musste also ein Structurverhältniss der contractilen Substanz selbst vorliegen. Glücklicher Weise fanden sich in demselben Präparat noch andere nicht gequollene Muskelfasern, die das Räthsel lösten, freilich auf eine nicht erwartete überraschende Weise. Ich habe in Fig. 4 eine solche unveränderte Muskelfaser abgebildet. Man erkennt hier den Kern mit Kernkörperchen und darüber ein Stück des Sarkolemms ausgespannt. An der ganzen übrigen Muskelfaser liegt letzteres der contractilen Substanz so dicht an, dass es ohne weitere Behandlung mit Reagentien nicht wahrzunehmen ist. Die contractile Substanz selbst erscheint äusserst zierlich gemustert. Bei genauerer Betrachtung erkennt man jedoch auch hier die beiden sich schneidenden Liniensysteme wieder; dieselben erscheinen hier aber hell und die quadratischen Felder zwischen ihnen dunkel und stark lichtbrechend. Die hellen Linien bilden mit der Längsachse der Muskelfaser einen Winkel von ungefähr 45°. Sie schneiden sich unter einander unter einem rechten Winkel. Daraus ergiebt sich denn von selbst die Gestalt und Anordnung der zwischen ihnen befindlichen dunklen stark lichtbrechenden Theilchen. Dieselben sind demnach quadratisch und liegen so zur Achse der Muskelfaser angeordnet, dass zwei ihrer rechten Winkel durch Linien parallel der Längsachse der Faser und die beiden anderen durch den Querdurchmesser derselben halbirt werden. Mit beiden bilden also die Seiten des Quadrats je einen Winkel von 45°. Auf diese Weise gruppiren sich die kleinen quadratischen Felder zu Schrägreihen an einander und man kann deshalb wohl am passendsten eine solche Muskelfaser als eine doppeltschräggestreifte bezeichnen. In einer jeden Schrägreihe finden sich je nach der Dicke der Faser 7 bis 12 der dunklen quadratischen Felder, die also hier ihre Seiten einander zukehren. In der Querrichtung der Muskelfaser kehren dieselben einander die Scheitel ihrer Winkel zu, und zählt man in einer solchen 4 bis 8 jener Gebilde.

Fragen wir nun, wie wir die eben geschilderten merkwürdigen Structurverhältnisse aufzufassen haben, so liegt es wohl am nächsten, daran zu denken, dass hier wie bei den quergestreiften Muskelfasern der Wirbelthiere und Arthropoden der contractile Theil der Muskelfaser zwei Substanzen enthält, eine einfach- und eine doppeltbrechende, dass dieselben hier nur eine andere Anordnung zeigen, als bei jenen Thieren. Die dunklen Quadrate entsprechen wohl unzweifelhaft der anisotropen Substanz E. Brücke's, während die hellen Liniensysteme als aus einfach brechender Substanz gebildet anzusehen sind. Leider war es mir nicht gestattet, diese Annahme durch Untersuchung im polarisirten Lichte zu constatiren. Ich glaube aber trotzdem nicht auf Widerspruch zu stossen, wenn ich dieselbe als die natürlichste hinstelle. So hätten wir denn hier eine Anordnung der sarcous elements oder Fleischprismen kennen gelernt, wie sie weder bei Arthropoden noch bei Wirbelthieren vorkommt. Mit schräg verschobenen Querstreifen ist dieselbe nicht zu verwechseln. In diesem Falle werden die Streifen zwischen den schräg verschobenen Querreihen von sarcous elements breiter sein, als die Streifen isotroper Substanz zwischen den neben einander in einer Querreihe liegenden Fleischprismen selbst, während bei den Muskelfasern von Ophiothrix beide Liniensysteme gleich breit sind.

Haben wir nun einmal diese Structurverhältnisse erkannt, so erklären sich nun auch leicht jene Bilder von gequollenen Muskelfasern, die ich oben beschrieb (Fig. 3), durch die Annahme einer starken Quellung der Fleischprismen und theilweisen Auflösung der isotropen Substanz in der $^1/_2$procentigen Kochsalzlösung. Die Fleischprismen werden in Folge davon grösser und blasser, und rücken näher an einander, weshalb dann ihre Begrenzungen als dunkle Linien erscheinen können. Die Grösse der sarcous elements von Ophiothrix ist nicht constant; es giebt Muskelfasern, wo dieselben 1,6 bis 1,8 μ breit sind, während andere kaum messbare gewiss nicht grösser als 0,9 μ gefunden werden. Wie schon diess Verhalten darauf hindeutet, dass auch hier, wie bei den Arthropoden und Vertebraten die Fleischprismen nicht constante Gebilde sind, sondern vielmehr Gruppen doppeltbrechender Körperchen darstellen, so spricht noch vielmehr dafür die Beobachtung, dass die Winkel derselben nicht immer rechte sind, sondern dass aus dem quadratischen Grundriss durch Verkürzung in der Längsaxe sich ein rhombischer gestalten kann. In diesem Falle werden die stumpfen Winkel

durch Linien parallel der Längsachse der Muskelfaser, die spitzen durch darauf senkrechte halbirt. Vielleicht hat diese Gestaltung der sarcous elements ihren Grund in Contractionszuständen. Leider gelang es mir nicht, durch direkte Beobachtung noch zuckender Fasern diese Vermuthung zu bestätigen. Neben den so eben ausführlich beschriebenen doppeltschräggestreiften Fasern findet sich nun aber eine nicht geringe Zahl anderer, die erstlich durch ihre geringere Dicke, sodann durch den Mangel einer erkennbaren Differenzirung der contractilen Substanz sich von jenen unterscheiden (Fig. 5). Ihr Querdurchmesser beträgt meist nur 3,6 bis 5,4 μ. Kern und Sarkolemm verhalten sich so, wie es bei den dickeren Fasern beschrieben wurde; nur hebt sich letzeres nicht so leicht vom contractilen Inhalt ab. Letzterer erscheint homogen und nur mattglänzend, zuweilen (Fig. 5 b) etwas längsgestrichelt und an den Bruchenden ausgefasert. Uebrigens sind die in diesem Falle hervorstehenden Fäserchen auch hier durchaus unregelmässig. Sowohl diese dünnen Muskelfasern, als die dicken doppelt-schräggestreiften rollen sich zuweilen ganz in derselben Weise auf, wie ich es früher von den glatten Muskelfasern der Wirbelthiere beschrieben habe [1]). In Rücksicht auf gewisse Beobachtungen am Schliessmuskel der Auster, die ich unten mittheilen werde, kann ich beide Arten von Fasern für nicht wesentlich von einander verschieden halten, und glaube, dass man an den dünnen Muskelfasern deshalb nichts von der Schrägstreifung erkennt, weil sie durch die Zusatzflüssigkeit leichter verändert werden, als die dickeren. Ich halte demnach das ganze Bündel der Interambulacralmuskeln für zusammengesetzt aus doppelt-schräggestreiften Muskelfasern [2]).

Ausser den Muskelfasern von Ophiotrix habe ich noch die von Asteriscus und Asteracanthion untersucht und glaube mich wenigstens bei ersterem von der Existenz einer ähnlichen Anordnung der contractilen Substanz überzeugt zu haben. Die Beobachtung wird hier sehr erschwert durch die schwere Isolirbarkeit und grosse Zartheit

1) l. c. p. 450.

2) Auch bei anderen Ophiuren scheint ein ähnlicher Bau der contractilen Substanz vorzukommen und möchte ich darauf eine Abbildung von Trinchese (Robin. Journal de l'anatomie. IV. 1867. Tafel XVIII. Fig. 2) von Ophiura texturata beziehen, von der es in der Figuren-Erklärung kurz heisst: substance contractile avec des stries qui lui donnent l'aspect d'une natte.

der betreffenden Elemente. Man erhält immer nur kleine Bruchstücke. Besser gelingt die Isolirung nach Anwendung dünner Lösungen von Kali bichromicum; die Fasern quellen aber meist so sehr in dieser Flüssigkeit, dass sie nicht mehr als ein homogenes Gefüge erkennen lassen. Merkwürdige Formen entstehen nach dieser Behandlung namentlich bei Asteracanthion rubens. Man erhält platte verästelte Formen, an deren Seiten mit dreieckiger Basis feine stellenweise mit Knötchen besetzte Fäserchen sitzen, sowie es Figur 6 zeigt. Womit wir es hier zu thun haben, ob mit Kunstproducten oder natürlichen Formen (verästelten Fasern mit Nervenenden?) kann ich nicht entscheiden. Nur will ich daran erinnern, dass Weissmann aus der Wand der Ambulacralbläschen desselben Thieres bandartige dünne lange, an den Enden in mehrere Spitzen ausfahrende Muskelzellen beschreibt, die vielleicht mit der von mir beschriebenen Form identisch sind.

Ueber die Muskelfasern der Echiniden, Holothurien und Crinoiden habe ich keine eigenen Erfahrungen. Das Wenige, was wir darüber sicher wissen, beschränkt sich auf die Gestalt, die namentlich von Kölliker [1]) studirt wurde, nach dessen Untersuchungen die betreffenden Elemente grosse spindelförmige Zellen darstellen. In Betreff des feineren Baues der contractilen Substanz existirt eine ältere Angabe, der zu Folge die rothgelb gefärbte Muskulatur der Mundmasse der Echiniden aus deutlich quergestreiften Faserbündeln zusammengesetzt ist [2]). Endlich beschreibt Leydig [3]) von Holothuria tubulosa und Echinus esculentus Muskelfasern, deren Inhalt sich in keilförmige Stücke gesondert hat. Ich kann mich in Betreff dieser letzteren Bilder nur der Ansicht Köllikers [4]) anschliessen, dass dieselben weiter nichts als im Tode oder bei der Präparation entstandene Sonderungen des Inhalts darstellen. Wir werden bei Würmern und Mollusken einen gleichen Zerfall der Quere nach als eine häufige Erscheinung kennen lernen. Mehr Beachtung verdient eine andere Angabe von Leydig, dass die Muskelfasern von Echinus ein deutliches Sarcolemm besitzen.

1) l. c. p. 109 ff.

2) Vergl. Bronn. Klassen und Ordnungen des Thierreichs. II. Bd. Actinozoa. p. 300.

3) Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Müller's Archiv 1854. p. 305 und 309.

4) l. c. p. III.

Man sieht also, dass es einer ganz neuen Untersuchung bedarf, um über die Muskelfasern der Echiniden und Holothurioiden endgültig aburtheilen zu können. Zu einer solchen dürften namentlich die rothgelben Muskeln des Kauapparats von Echinus zu empfehlen sein, und zweifle ich nicht, dass man hier ganz ähnliche Strukturverhältnisse wiederfinden wird, wie ich sie von Ophiothrix beschrieben habe. Dass dieselben bisher übersehen sind, liegt wohl hauptsächlich an der grossen Zartheit der Muskelelemente der Echinodermen, die uns ja besonders bei den Asteriaden so störend in den Weg traten.

Würmer.

Bei der Darstellung der hierher gehörigen Beobachtungen halte ich es für zweckmässig, gewisse Gruppen gesondert zu besprechen, da in keinem Thierkreise so differente Formen der Muskelfasern vorkommen, wie in diesem. So kann man, wenn man absieht von den Acanthocephalen, deren Muskulatur ich nicht aus eigener Anschauung kenne, aus den Würmern rücksichtlich der feineren Strukturverhältnisse der Muskelelemente 4 Gruppen bilden. Zur ersten gehören die Turbellarien, Cestoden und Trematoden, zur zweiten die sonst so differenten Nematoden und Hirudineen, zur dritten die Gephyreen, während die vierte Abtheilung durch die Borstenwürmer repräsentirt wird.

1) Turbellarien, Cestoden, Trematoden.

Von Turbellarien habe ich nur eine Nemertine untersucht und zwar einen gegen 6 Fuss langen Lineus longissimus, den ich Gelegenheit hatte, in St. Vaast lebendig zu beobachten. Ich kann in Betreff der Muskelfasern der Nemertinen nur die Angaben von Keferstein[1]) bestätigen, der dieselben als bandartige homogene Fasern ohne Kern beschreibt. Auch mir gelang es nicht, mich von der Existenz eines Kernes zu überzeugen. Im frischen Zustande sind die Muskelfasern von Lineus kaum zu isoliren; man erhält nur kurze quere Bruchstücke, die vollkommen homogen aussehen. Nach Behandlung mit Kalilauge von 35 Procent liessen sich leicht sehr schmale Fasern isoliren; ihr Querdurchmesser betrug an der breitesten Stelle nur 2,7 μ.

---

1) Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XII. 1862. p. 68.

Bei den übrigen Turbellarien lernten wir zuerst durch M. Schultze[1]) zarte homogene kernlose Muskelfasern kennen, die sich oft netzförmig verbinden. Andere Forscher, wie Weissmann beschreiben dagegen von Planarien[2]) und von Mesostomum[3]) vollständige Muskelzellen, deren Kerne zwar an vielen Fasern nicht gefunden wurden, an anderen jedoch durch Maceration in Salpetersäure zur Beobachtung gelangten. Mir liegt leider kein eigenes Beobachtungsmaterial vor, um diese Frage zu entscheiden; ich möchte es aber nach dem bei Nemertinen Gefundenen für wahrscheinlicher halten, dass auch bei den anderen Turbellarien der Kern den Muskelelementen fehle.

Soviel über die Frage nach der Existenz des Kernes. In Betreff des feineren Baues der contractilen Substanz der Muskeln der Nemertinen findet sich bei G. Wagener[4]) eine Angabe, der zu Folge dieselbe stellenweise quergestreift ist. Was jener Forscher als Querstreifung bezeichnet (vergl. die Fig. 1 der Wagener'schen Arbeit) möchte ich für Verdickungen und Knickungen der Muskelfaser, entstanden durch die Einwirkung der Conservirungsflüssigkeit (Alkohol) halten. Nach meinen eigenen Beobachtungen lässt die ganz frische Muskelfaser der Nemertinen keine Sonderung in 2 optisch verschiedene Substanzen erkennen, sondern ist vollkommen homogen.

G. Wagener giebt ferner an, dass die Nemertinen-Muskeln fibrillären Zerfall zeigen. Ich kann mich hier nur der Ansicht Weissmann's anschliessen, dass die Angaben Wagener's sich auf unvollständig isolirte Faserbündel beziehen, wie dies bei Alkoholpräparaten nicht anders zu erwarten war. Gut isolirte Fasern zeigen keine Andeutung fibrillären Baues und zerfallen vielmehr leicht der Quere nach, wie ich schon oben erwähnt habe.

An die Muskelfasern der Turbellarien schliessen sich hinsichtlich ihres feineren Baues eng an die contractilen Fasern der Cestoden und Trematoden, die nach den Untersuchungen von Leuckart[1]) kernlose Bänder von homogenem glasartigen Aussehen und von sehr verschiedener Breite sind. Weissmann[2]) fand bei Taenia serrata

---

1) Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. 1851. p. 19.

2) l. c. I p. 94.

3) l. c. II. p. 33.

4) l. c. p. 213.

nur in seltenen Fällen den kleinen ovalen Kern. Nach meinen allerdings nicht sehr zahlreichen Untersuchungen über diese Thierklasse (an Taenia crassicollis und cucumerina, Polystomum integerrimum, Distomum cylindraceum angestellt) bin ich geneigt, auch hier die homogenen langen spindelförmigen Fasern für kernlos zu halten. Doch scheinen dieselben nicht überall so einfach gebaut zu sein. Eine Beobachtung an Polystomum zeigt vielmehr, dass auch hier schon Sonderungen in der contractilen Substanz auftreten können. Ich erkannte nämlich an den dickeren Ringmuskelfasern der Saugnäpfe dieses Thieres eine feine Zeichnung, bestehend in einer zarten Längsstrichelung. Zuweilen machte es den Eindruck, als ob diese kleinen in der Mitte sich verbreiternden Strichelchen regelmässig vertheilt wären in der Art, dass sie die Maschen eines Netzes darstellten, welches durch 2 unter einem sehr spitzen Winkel sich schneidende helle Liniensysteme gebildet würde. Doch war darüber sogar bei Anwendung des Immersionssystemes Nr. 10 von Hartnack nichts Sicheres zu entscheiden.

2) Nematoden[3]) und Hirudineen.

Die Muskelfasern dieser Thiere sind schon so oft und so genau beschrieben, dass ich mich hier auf die Besprechung einiger streitiger Verhältnisse beschränken werde. Ich stelle diese Thiere deshalb in eine Gruppe zusammen, weil ihre contractilen Elemente sich durch die Anwesenheit einer grossen Menge den Kern umschliessender »Marksubstanz« und durch eine in »Fibrillen« zerfallende Rindensubstanz charakterisiren. Für die Egel wurde letztere Ansicht von G. Wagener aufgestellt, der an Querschnitten getrockneter Muskelfasern von Aulostoma nigrescens auf Essigsäurezusatz eine radiäre Streifung die Rindensubstanz durchsetzen sah. Er erklärt ein jedes der durch 2 Radien begrenzteh Felder, wenn ich ihn recht verstehe, für den Querschnitt eines Fibrillenbündels, obwohl er zugesteht, dass ihm weder die Isolation derselben als solcher noch der einzelnen Fibrillen gelungen sei. Ich kann diese Beobachtung G. Wagener's für Hirudo medicinalis bestätigen. Schon an frischen in ½procen-

1) Menschliche Parasiten. Bd. I. p. 168.

2) l. c. I. p. 94.

3) In Betreff der Muskelstruktur dieser Thiere vergl. besonders die Monographie der Nematoden von Anton Schneider 1866, p. 199—206.

tiger Kochsalzlösung untersuchten Fasern kann man sich von dem Vorhandensein der radialen Streifung der Rindenschicht an den zuweilen dem Beobachter als Querschnitt zugewendeten abgerissenen Enden überzeugen. In nicht seltenen Fällen, besonders nach Anwendung macerirender Flüssigkeiten sieht man an diesen abgerissenen Enden den Radien entsprechende Spalten die contractile Substanz der Länge nach ganz in solche Blätter zerlegen, wie dies von den Muskelfasern der Nematoden längst bekannt ist (Fig. 7). Doch laufen die Blätter nicht parallel der Längsachse der Faser, wie bei den Nematoden, sondern in sehr steilen Spiralen um die Marksubstanz herum. Davon kann man sich oft schon bei einer Längsansicht frischer Muskelfasern überzeugen, welche zuweilen zwei äusserst feine steile Spirallíniensysteme erkennen lassen, von denen das eine der dem Beobachter zugekehrten, das andere der entgegengesetzten Seite der contractilen Rindensubstanz angehört. Von einem weiteren Zerfall der radiär gestellten Blätter in Fibrillen, wie ihn Wagener supponirt, ist an frischen Präparaten nichts zu sehen, und muss ich dasselbe für die entsprechenden radialen Blätter der Nematoden, von denen ich Ascaris lumbricoides und mystax untersucht habe, behaupten.

Nematoden und Hirudineen zeigen also eine grosse Aehnlichkeit im feineren Bau ihrer Muskelfasern. Nur ist bei den Nematoden die contractile Rindenschicht noch nicht in allen Fällen zu einem Rohre geschlossen, während bei Hirudo die Marksubstanz vollständig von der contractilen Rindensubstanz umhüllt wird. Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass bei den Nematoden stets eine körnige Substanz zwischen den Radialblättern zu finden ist, während letztere bei den Hirudineen zu einer einheitlichen Rindensubstanz verschmelzen. Sehr geneigt bin ich nun, jedes einzelne Radialblatt je einer Muskelfaser der Turbellarien, Cestoden und Trematoden zu vergleichen. Bei letzteren Thieren liegen die Muskelfasern gleichmässig ohne besondere Gruppirung in der Grundsubstanz des Körpers vertheilt, bei den Nematoden und Hirudineen dagegen gruppenweise um einen Bildungsmittelpunkt, einen Kern, angeordnet. Dies scheint mir, so lange wir die Entwicklungsgeschichte der betreffenden Gebilde nicht kennen, die natürlichste Auffassung.

Schliesslich noch einige Bemerkungen über die Muskelfasern von Hirudo medicinalis. Bekanntlich erscheint hier die contractile Rindensubstanz im frischen zuckenden Zustande, wenn man absieht von

den oben erwähnten schwer sichtbaren feinen Linien, vollkommen homogen. Ich möchte nun darauf aufmerksam machen, dass man an solchen frischen Fasern oft von Stelle zu Stelle, jedoch ohne Regelmässigkeit, dunklere Partieen mit verwaschenen Grenzen und von stärkerem Glanz antrifft (Fig. 8). Es entsprechen dieselben wohl verdichteten Theilen der Rindensubstanz, und glaube ich, dass Weissmann, wenn er hier von Querstreifung redet [1]), auch nichts Anderes damit meint, als die eben erwähnten Verhältnisse.

Interessant ist das chemische Verhalten der Marksubstanz. Bekanntlich ist dieselbe sehr leicht löslich im Wasser, so dass man nach der Behandlung der Muskelfasern mit diesem Agens nur noch wenig Körnchen in derselben entdeckt. Dies veranlasste mich, dieselbe auf einen etwaigen Gehalt an Glycogen zu untersuchen, um so mehr, da dieser Körper bereits von Kühne und Bernard [2]) in embryonalen Muskelfasern der Wirbelthiere nachgewiesen ist. Auf Zusatz von Jod (in Jodkalium gelöst) färbte sich denn auch die Marksubstanz tiefroth, während die contractile Rindensubstanz die gelbe Farbe der Eiweisskörper annahm. Eine noch intensivere Färbung der Marksubstanz wurde erzielt durch Einlegen noch zuckender Muskeln in ein Gemisch von alkoholischer Jodlösung und concentrirter Essigsäure. Ueberdies habe ich die Hautmuskelschläuche mehrerer Blutegel zerhackt und mit Sand fein zerrieben, mit angesäuertem Wasser gekocht, filtrirt und das Filtrat mit Alkohol versetzt. Es entstand ein flockiger Niederschlag, der sich im Wasser wieder zu einer opalisirenden Flüssigkeit löste. Die Existenz von Glycogen scheint mir demnach in der Marksubstanz der Muskelfasern des Blutegels nachgewiesen, und zwar besteht die überwiegende Menge der Körnchen aus Glycogen.

3) Gephyreen.

Ueber die Muskelfasern dieser Thiere liegen nur wenig Angaben vor. Was wir darüber wissen, verdanken wir den Forschun-

---

1) l. c. I p. 87. Fig. XV. D.

2) De la matière glycogène considérée comme condition de développement de certains tissus chez le foetus avant l'apparition de la fonction glycogénique du foie. Comptes rendus. tome 48. 1859.

gen von Keferstein [1]) und Ehlers [2]), denen zu Folge die contractilen Elemente der Sipunculiden aus sehr langen bandförmigen Fasern bestehen, welche sich sehr leicht der Länge nach spalten, von Kern und sonstigen Zellrudimenten aber nichts erkennen lassen. Nach meinen Untersuchungen, die ich an Phascolosoma elongatum anstellte, fehlt Kern und umgebende körnige Substanz durchaus nicht. Zerzupft man den Hautmuskelschlauch eines frischen Phascolosoma, so gelingt es nur unvollkommen, die Fasern zu isoliren. Dieselben zerfallen vielmehr sehr leicht der Quere nach in kurze cylindrische oder scheibenförmige homogene glänzende Stücke, welche innerhalb eines deutlichen Sarkolemms gelegen sind, das an den leeren Stellen einsinkt, um über den Muskelstückchen sich wieder in Höhe zu spannen. An diesen Bruchstücken ist von weiterer Struktur, falls man keine Zusatzflüssigkeit angewendet hatte, meist nichts zu erkennen. Erst bei Anwendung von ½procentiger Kochsalzlösung treten Sonderungen ein: es wird eine zarte Längsstreifung der Muskelfasern deutlich und bei Betrachtung des Querschnitts bemerkt man auf demselben zahlreiche Punkte, welche vollkommen den Linien, welche die Längsstreifung verursachen, entsprechen (vergl. Fig. 9 und 10). Noch deutlicher wird der fibrilläre Zerfall bei Behandlung der Muskelfasern mit dünnen Chromsäurelösungen. Nach einem solchen Präparat ist Fig. 11 gezeichnet. Man beobachtet dann an den Enden der Faserbruchstücke oft ein Auseinanderweichen der einzelnen Fibrillen. An anderen Stellen zeigt die contractile Substanz eine körnige dunkle Beschaffenheit, und glaube ich, dass hier (Fig. 10 im oberen Theile) coagulirte Stellen vorliegen. Wir werden bald bei Mytilus ganz ähnliche Verhältnisse kennen lernen. An vielen Fasern solcher Präparate überzeugt man sich auch leicht von der Existenz eines Sarkolemms, das hier ganz ähnlich wie beim Blutegel quere Falten bilden und somit am Rande gekerbt erscheinen kann, während die Contouren der in Fibrillen zerfallenen contractilen Substanz glatt unter ihm wegziehen (vergl. Fig. 9).

Die oben beschriebene contractile Substanz bildet aber nicht den einzigen Bestandtheil der Muskelelemente der Sipunculiden. An frischen Muskelfasern gelingt es freilich wegen des eigenthümlichen Zerfalls kaum, sich von einer weiteren Differenzirung derselben zu

1) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XV. 1865. p. 408.

2) Ueber Priapulus. ibid. Bd. XI. 1861. p. 221.

überzeugen und auch nach Maceration in Chromsäure erhält man oft Bruchstücke, die nichts weiter zeigen, als fibrillären Zerfall. An anderen erkennt man jedoch unter günstigen Umständen einen sehr feinen Körnchenstrang, der sich in der Achse der cylindrischen Faser befindet und bei noch anderen zeigt derselbe eine spindelförmige Anschwellung, innerhalb welcher der ovale mit Kernkörperchen versehene Kern umgeben von einer grösseren Körnchenansammlung sich befindet. Es existirt also auch hier eine Art Marksubstanz und in ihr liegt der Kern (vergl. Fig. 10). In Fig. 11 ist ein eigenthümlicher Zerfall des Kernes in 2 Theilstücke abgebildet.

Das Resultat dieser Untersuchung ist also, dass die Muskelfasern von Phascolosoma [1]) aus peripherer dicker contractiler Rinden- und centraler körniger Marksubstanz mit Kern bestehen, dass erstere im frischen Zustande vollkommen homogen ist und erst bei Einwirkung von Reagentien, aber mit grosser Leichtigkeit, in Fibrillen zerfällt.

4) Chaetopoden.

Ueber die Muskelfasern dieser Thiere findet man, wenn man absieht von den Oligochaeten, merkwürdiger Weise nur wenig ververeinzelte Angaben in der Literatur, was wohl seinen Grund darin haben mag, dass sie der Mehrzahl der Forscher im frischen Zustande wenig zugänglich sind. Nach der Angabe von Schneider [2]) sind die Muskelelemente der borstentragenden Ringelwürmer ganz so gebaut, wie die der cölomyaren Nematoden, also fibrilläre Platten, die radienartig zusammengruppirt eine Muskelzelle bilden. Ich kann mich nach meinen Untersuchungen dieser Ansicht nicht anschliessen. Die Muskelfasern dieser Anneliden sind vielmehr ganz analog den entsprechenden Elementen der Gephyreen gebaut, d. h. cylindrische Gebilde mit körniger Marksubstanz und Kern im Innern; sie unterscheiden sich aber wesentlich von den letzteren dadurch, dass sie nur in seltenen Fällen fibrillären Zerfall zeigen.

Von Chaetopoden standen mir in St. Vaast die verschiedensten

---

1) Breite dieser Fasern 27 μ.

2) Ueber die Muskeln der Würmer und ihre Bedeutung für das System. Müller's Archiv 1864. p. 591.

Formen frisch zu Gebote. Leider gestatteten mir die mangelhaften litterarischen Hülfsmittel nicht, überall die Gattung und noch weniger die Species der untersuchten Thiere zu bestimmen. Ich muss mich daher auf die Angabe beschränken, dass ich unter anderen die contractilen Elemente von Polynoe, Nereis, Arenicola, Cirratulus, Terebella und Sabella untersucht und im Ganzen unter ihnen eine grosse Uebereinstimmung gefunden habe.

Der oben gegebenen Charakteristik zu Folge zerfällt die Muskelfaser der Chaetopoden in contractile Rinden- und körnige Marksubstanz. Ausserdem habe ich mich in den meisten Fällen von der Anwesenheit eines Sarkolemms überzeugt, so z. B. bei Arenicola und Terebella. Bei ersterem hebt es sich oft stellenweise von den isolirten Muskelfasern ab.

Eine grosse Uebereinstimmung zeigen ferner die Borstenwürmer in einer Eigenschaft der contractilen Substanz, im frischen Zustande bei Isolationsversuchen in quere Stücke zu zerfallen, etwa in der Weise, wie ich es von Phascolosoma beschrieben habe. Während bei einigen dieser Zerfall leicht vollständig eintritt, zeigen andere (z. B. Terebella, Arenicola) nur den Anfang desselben, indem sich abwechselnd helle und dunkle Querbänder zeigen, die aber stets mit verwaschenen Grenzen ganz allmählig in einander übergehen. Die dunklen Partieen entsprechen wohl verdichteten Stellen, und würde dann der Bruch im Bereiche der hellen Stellen eintreten müssen. Die so erhaltenen Querstücke zeigen sich homogen und glänzend. Bei einigen, z. B. bei Arenicola, scheinen sie matt gelbroth gefärbt zu sein.

Die so eben geschilderte Beschaffenheit der contractilen Substanz macht natürlich eine Isolation der Muskelfasern auf weitere Strecken unmöglich. Leicht gelingt dieselbe dagegen nach Anwendung von Kali bichromicum von 2 bis 5 Procent. In den dünneren Lösungen dieses Reagens macht sich eine andere Eigenthümlichkeit der Muskelfasern bemerklich, die besonders bei Arenicola auffällt und in einer Längsspaltenbildung und von dieser aus erfolgender Aufrollung der Faser besteht, ein Verhalten, das also die Fasern der Chaetopoden mit denen anderer wirbelloser Thiere und mit den glatten Muskelfasern der Wirbelthiere theilen. Die Muskeln von Arenicola sind aber gerade besonders instructiv, weil man hier sehr schön die Entstehung der platten bandförmigen Fasern aus den cylindrischen durch den angegebenen Modus verfolgen kann.

Bei Arenicola habe ich ferner eine Differenzirung der contractilen Substanz beobachtet, ganz entsprechend der von Ophiothrix beschriebenen, also eine doppelte Schrägstreifung. Zwei Systeme heller Linien schneiden sich und schliessen in ihren Maschen dunkle rhombische Felder ein. Auch hier wird es wohl das Wahrscheinlichste sein, dass die hellen Linien aus einfachbrechender, die dunkeln Rhomben dagegen aus doppeltbrechender Substanz bestehen. Die Zeichnung der Muskelfasern von Arenicola unterscheidet sich aber dadurch von der bei Ophiothrix beschriebenen, dass bei dem Ringelwurm die beiden Liniensysteme sich mit der Längsachse der Muskelfaser unter einem spitzeren Winkel schneiden, (vergl. die schematische Fig. 12), also steiler verlaufen. Die dem Beobachter zugekehrten rhombischen Flächen der Fleischprismen haben demnach nicht 2 gleich lange Diagonalen, wie bei Ophiothrix, sondern die parallel der Längsachse der Muskelfaser verlaufende Diagonale ist beträchtlich länger, als die auf ihr senkrechte. Bei der Quellung und Aufrollung der Fasern ändert sich das Bild ganz in derselben Weise wie bei der Ophiure unter den nämlichen Bedingungen: die Fleischprismen quellen und werden blass, so dass ein Zeitpunkt kommt, wo man die Linien isotroper Substanz dunkel, die Rhomben hell sieht. An aufgerollten Fasern ist diese Zeichnung oft noch lange wahrzunehmen, wenn auch nur als äusserst zarte Linien. Auch an frischen Muskeln von Arenicola konnte ich mich trotz der Schwierigkeit der Isolation von der Existenz der doppelten Schrägstreifung überzeugen, ebenso auch bei einer anderen leider unbestimmt gebliebenen Annelide. Es scheinen übrigens diese Liniensysteme bei Arenicola schon von andern gesehen zu sein. Mettenheimer[1]) berichtet nämlich, in einer Arbeit betitelt: »Ueber eine eigenthümliche Art von Querstreifung an den Muskeln der Anneliden«, dass er bei Arenicola piscatorum und Nereis succinea zuweilen eine eigenthümliche Schrägstreifung der Muskelfasern beobachtet habe. Er untersuchte die Muskelfasern nicht bei starker Vergrösserung und konnte deshalb trotz seiner positiven Beobachtungen zu folgenden Resultaten kommen: »Die Muskeln der Würmer halte ich nach wie vor für glatt; unter gewissen noch näher festzustellenden Umständen scheinen aber an ihnen feine Streifen aufzutreten, die als der Ausdruck

---

1) Archiv von Reichert u. du Bois-Reymond 1860.

gewisser vorübergehender Vorgänge und Zustände im Muskel zu betrachten sein möchten.«

Ehe ich zur Betrachtung der Marksubstanz der Chaetopoden-Muskelfasern übergehe, muss ich noch eines eigenthümlichen Verhaltens der Muskelfasern von Nereis nach Behandlnng mit dünnen Lösungen von Chromsäure gedenken. Man erhält bei dieser Methode fast nur platte Fasern, die ihre Entstehung jener schon öfter erwähnten Aufrollung verdanken. Was hier aber auffällt, ist, dass die Ränder nicht überall glatt sind, sondern dass sich von Stelle zu Stelle feine Fäserchen mit kegelförmiger Verbreiterung an sie ansetzen (vergl. Fig. 13 und 14). Zuweilen gelang es mir, solche Fasern auch von noch cylindrischen glänzenden Muskelfasern abgehen zu sehen. Das Ganze erinnert sehr an die von Asteracanthion rubens beschriebenen Bilder, und will ich die Frage offen lassen, ob man es in beiden Fällen nicht mit Endigungen feiner Nervenfäserchen zu thun habe.

Was die körnige Substanz und den Kern betrifft, so kann ich mich darüber kurz fassen. Ich habe dieselben namentlich bei Arenicola studirt und mich überzeugt, dass hier beide in der Achse liegen, dass der Kern ein deutliches Kernkörperchen enthält und dass die Körnchen des übrigens schmalen Achsenstranges zum Theil sich in Wasser lösen. In manchen Fällen schien es mir, als wenn auch Kerne auf der Oberfläche der Faser unter dem Sarkolemm sich befänden. Bei den übrigen Borstenwürmern ist der körnige Achsenstrang meist nur gering entwickelt. Nur jene oben schon erwähnte unbestimmte Annelide mit doppelter Schrägstreifung zeigte noch besondere Verhältnisse, indem in der Marksubstanz sich nicht nur die gewöhnlichen kleinen Körnchen fanden, sondern daneben noch viele gröbere glänzende, welche zu Gruppen vereinigt waren.

Nach der eben gegebenen Schilderung der Chaetopoden-Muskeln kann wohl von einer Zusammensetzung derselben aus Fibrillen keine Rede sein. Man beobachtet zwar zuweilen eine etwas ausgefaserte Rissstelle an gequollenen Muskelfasern; aber diese Befunde sind selten den so gewöhnlichen Erscheinungen des queren Zerfalls und der Aufrollung gegenüber.

Ich lasse nun noch einige Beobachtungen über die Muskelfasern der Lumbricinen folgen.

Von den früheren Angaben über die Muskelfasern dieser Thiere

will ich hier nur der Beschreibungen von Weissmann[1], Lumbricus terrestris und Nais betreffend und von Leydig[2]) gedenken. Von feineren Strukturverhältnissen erwähnt ersterer nur eine zuweilen zu beobachtende Querstreifung, welche nach ihm von Fältelungen des Sarkolemms herrührt. In Betreff der Lage des Kerns, ob im Centrum der Muskelfaser oder auf der Oberfläche, ist weder aus Weissmann's Beschreibung nach Abbildungen Sicheres zu entnehmen. Nur bei Nais giebt er an, dass der Kern oft dicht am Rande der Zelle liege. Leydig äussert sich noch weniger bestimmt über die Lage des Kernes, den er nicht einmal abbildet. Er stimmt mit Weissmann in der Annahme eines deutlichen Sarkolemms überein. Bei Phreoryctes fand er eine deutlich entwickelte Marksubstanz, die bei Lumbricus jedoch kaum zu entdecken sei.

Meine eigenen Untersuchungen beziehen sich auf Lumbricus terrestris. Es stimmen die Muskelfasern dieses Thieres in vielen Stücken mit denen der übrigen Chaetopoden überein. So besitzen sie, wie auch Weissmann und Leydig übereinstimmend angeben, ein deutliches Sarkolemm, das sich häufig in Querfalten legt; sie theilen ferner mit den Muskelfasern mancher Borstenwürmer die Eigenschaft, bei Isolirungsversuchen im frischen Zustande der Quere nach in kurze cylindrische Stücke zu zerfallen, bei Einwirkung quellender Reagentien sich aufzurollen. Nur die körnige Axensubstanz fehlt ihnen, doch ist dieser Unterschied nicht so wesentlich, da ja noch in der Familie der Lumbricinen selbst manche Uebergänge vorzukommen scheinen, wie denn nach Leydigs Untersuchungen die muskulösen Elemente von Phreoryctes eine solche besitzen. Ueberdies weist wohl die Eigenthümlichkeit der Aufrollung immer auf eine von der contractilen Substanz chemisch verschiedene Masse im Centrum der Faser hin, die nur optisch nicht erkennbar ist. Was aber, soviel ich jetzt beurtheilen kann, die Muskelfasern von Lumbricus wesentlich von denen der Polychaeten unterscheidet, ist die Lage des Kerns, der, wie die Abbildungen Fig. 15 und 16 zeigen, **auf der Oberfläche** der contractilen Substanz, nur zuweilen von wenig feinen Körnchen umgeben, aufsitzt und ein deutliches Kernkörperchen erkennen lässt. In manchen Fällen schien mir die ganze Oberfläche der cylindrischen Faser von einer sehr dünnen Lage äusserst fein-

---

1) l. c. I. p. 85.

2) Ueber Phreoryctes Menkeanus. Dieses Archiv. I. p. 263.

körniger Masse bedeckt, was an die Beobachtung von Leydig[1]) erinnert, dass bei Phreoryctes eine feinkörnige Substanz auf der Oberfläche der Muskelfasern sich finde. Von der Existenz der zahlreichen kleinen Kerne, welche nach Leydig in jener körnigen Schicht liegen, habe ich bei Lumbricus mich nicht überzeugen können.

Zerzupft man Muskeln des Regenwurmes womöglich ohne jede fremdartige Zusatzflüssigkeit, so wird man fast immer Präparate erhalten, in denen manche Fasern, und zwar besonders die dickeren, eine doppelte Schrägstreifung ganz in der Weise wie bei Ophiothrix und Arenicola erkennen lassen. Uebrigens ist dies Verhalten hier nicht leicht zu erkennen. Man bedarf dazu starker Systeme und muss grosse Vorsicht bei der Untersuchung anwenden, da die Streifung sehr fein und vergänglich ist.

Nach Maceration der Muskeln des Regenwurms in dünnen Chromsäurelösungen tritt hier leichter, wie bei den anderen Borstenwürmern, fibrillärer Zerfall der Muskelfasern ein (Fig. 15); doch wiederhole ich ausdrücklich, dass davon an frischen Präparaten nichts zu sehen ist, dass diese vielmehr eher Zerfall in der darauf senkrechten Richtung zeigen.

Mollusken.

Meine Beobachtungen über die Muskeln der Bryozoen beschränken sich auf den grossen Retractor einiger in St. Vaast beobachteten Arten, die nicht näher bestimmt wurden. Ich habe mich von der Existenz eines distinkten Sarkolemms überzeugt, ebenso von der Eigenthümlichkeit der Muskelfasern, leicht in quere Stückchen zu zerfallen. Querstreifung jedoch, wie sie Allman vom Retractor einiger Süsswasser-Bryozoen beschreibt, konnte ich nicht beobachten und schliesse ich mich hierin Weissmann[2]) und Nitzsche[3]) an, welcher letztere kürzlich sehr genaue Beobachtungen über sämmtliche Gewebe und namentlich auch über die Muskelfasern der Alcyonella fungosa veröffentlicht hat. In Betreff der

---

1) l. c. p. 264.

2) l. c. II. p. 36.

3) Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der phylactolären Süsswasserbryozoen, insbesondere von Alcyonella fungosa. Archiv von Reichert u. du Bois-Reymond 1868. p. 465 ff.

Kerne überzeugt man sich bei den Bryozoen leicht, dass dieselben auf der Oberfläche der contractilen Substanz sitzen, nicht innerhalb letzterer liegen. Im Uebrigen kann ich in Betreff der Muskelfasern der Moosthierchen auf die ausführliche Darstellung von Nitzsche verweisen.

Tunicaten. Da mir in St. Vaast keine Salpen zu Gebote standen, so musste ich mich auf die Untersuchnng der Ascidien-Muskeln beschränken, was ich um so mehr bedauere, als eine erneute Untersuchung der Muskelfasern der Salpen, die meines Wissens nach zuerst Eschricht[1]) als quergestreift beschrieben hat, gewiss lohnend gewesen wäre.

Die Muskelfasern der Ascidien sind sehr einfach gebaut und erinnern sehr an die Fasern des Retractor der Bryozoen. Sie liegen bekanntlich in Bündeln zusammen und erscheinen, am lebenden Thiere beobachtet (Perophora) als vollkommen homogene glänzende etwas abgeplattete Cylinder, an denen von Kernen kaum etwas zu sehen ist. Betrachtet man jedoch ihre Grenzlinien genauer, so sieht man an einer Stelle einer jeden Faser eine leichte hüglige Erhebung, die sich meistens durch geringeren Glanz auszeichnet. Ich glaube, dass dieselbe den Kern enthält, den freilich als scharf contourirtes Gebilde sichtbar zu machen mir nicht gelungen ist. Es würde die Lage des Kernes also auch hier auf der Oberfläche der contractilen Substanz sein. Bei den grösseren Ascidien (Phallusia, Cynthia) muss man, um die Muskelfasern mit starken Vergrösserungen betrachten zu können, zu Zerzupfungen schreiten. Es zeigte sich dann, falls man frische Thiere zur Untersuchung benutzte, in grosser Ausdehnung ein auffallender Zerfall der Muskelfasern der Quere nach. Zugleich überzeugt man sich dabei von der Existenz eines Sarkolemms, das ich besonders nach Behandlung mit Lösungen von Kali bichromicum sich sehr häufig in der schon öfter erwähnten Weise in quere Falten legen sah. Von Marksubstanz, wie sie Eschricht bei den Salpen erwähnt, sowie von Querstreifung der contractilen Substanz war in keinem Falle etwas zu erkennen.

Eine eingehendere Betrachtung verdient das Herz der Ascidien. Noch in Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreichs[2]) findet

1) Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Salpen. Müller's Archiv. 1841.

2) Bd. III. Malacozoa. p. 142.

sich die Angabe, dass das spindelförmige »durchsichtig-häutige contractile elastische Herz dieser Thiere ohne erkennbare Muskel- oder Fasergebilde sei«, welche sonderbare Angabe um so auffallender ist, als bekanntlich bei den Salpen dasselbe Organ aus einer einfachen Schicht quergestreifter platter Muskelbänder zusammengesetzt ist. Ganz analog verhält sich nun meinen Beobachtungen zu Folge das Herz der Ascidien. Ich wählte zur Untersuchung wieder die durchsichtige im vollen Leben zu beobachtende Perophora und fand, allerdings nur mittelst Anwendung starker Vorgrösserungen (Zeis F), dass auch hier der zarte Herzschlauch von ringförmig angeordneten Muskelfasern umschlossen wird. Dieselben stellen platte 5,4 μ breite Bänder eigenthümlicher Art vor. Eine jede Muskelfaser zeigt an einer Stelle eine halbkugelige homogene Hervorragung nach aussen, welche die ganze Breite der Faser einnimmt und wohl unzweifelhaft als Kern anzusprechen ist. Die Muskelfaser selbst lässt von Körnchen oder Achsenstrang keine Spur erkennen, wohl aber eine Sonderung der contractilen Substanz der Quere nach in ziemlich scharf begrenzte helle und dunkle Partieen, also eine deutliche Querstreifung. Von Längsstreifen war nichts zu sehen.

Gänzlich unbekannt ist noch der feinere Bau der contractilen Elemente der Brachiopoden, und war auch mir es nicht vergönnt, diese Lücke in unserer Kenntniss der Muskelfasern auszufüllen, da mir keines jener so interessanten Thiere zur Verfügung stand. Von Interesse ist eine Abbildung, die Hancock von den Muskelfasern des hinteren Schliessmuskels von Waldheimia flavescens giebt [1]. Es wird dort eine deutliche Querstreifung gezeichnet, die in der Existenz von gesonderten quadratischen im regelmässigen Abstande von einander die Länge der Faser durchsetzenden Gebilden ihren Grund hat.

Ungleich besser bekannt sind die muskulösen Elemente der Lamellibranchier, und sind es hier besonders die Schliessmuskeln, welche sich der Aufmerksamkeit früherer Forscher zu erfreuen hatten.

Von den vielen diesen Gegenstand betreffenden Angaben kann ich mich hier auf die Kritik dreier Arbeiten beschränken, die zu ganz verschiedenen Resultaten gekommen sind. Ich meine die beiden

1) siehe Bronn etc. Bd. III. Tafel XXI F.

schon mehrfach citirten Arbeiten von Weissmann und G. Wagener und einen »Ueber die Muskelfasern der Mollusken« überschriebenen Aufsatz von Margo [1]).

Weissmann beschränkt sich bei der Schilderung der Muskelfasern des Schliessmuskels auf die Constatirung ihrer Zellennatur und gedenkt keiner weiteren Differenzirung der contractilen Substanz. Wagener findet in denselben Muskelgebilden eine mächtige Stütze für seine Ansicht, dass die Muskelfaser der wirbellosen Thiere aus Fibrillen zusammengesetzt sei. Eine »eigenthümliche Querstreifung« beschreibt er vom Schliessmuskel einer Lima; ich werde unten hierauf zurückzukommen haben. Margo endlich, dessen ausführliche Untersuchungen älter sind, als die beider genannter Forscher, kommt zu ganz anderen Resultaten. Er findet, dass die Muskelfasern des Schliessmuskels von Anodonta aus denselben zwei optisch verschiedenen Substanzen bestehen, wie sie E. Brücke zuerst für den Insektenmuskel nachgewiesen hat. Es bestehe eine wahre Querstreifung, beruhend auf der Anwesenheit in Querreihen geordneter doppeltbrechender sarcous elements, die jedoch hier als kugelrunde gelbliche Körperchen geschildert werden. Merkwürdiger Weise übergehen sowohl G. Wagener als Weissmann bei ihrer Schilderung derselben Muskelfasern diese so positiven Angaben von Margo gänzlich, sodass es kaum möglich ist, aus der blossen Vergleichung der Angaben dieser drei Forscher eine Meinung sich zu bilden. Leider standen mir keine Anodonten zu Gebote und musste ich mich deshalb an den Schliessmuskel anderer Mollusken halten. Als Untersuchungsmaterial dienten mir Ostrea edulis, Mytilus edulis und Solen vagina.

Ich beginne mit dem Schliessmuskel der Auster. Derselbe besteht bekanntlich aus zwei ganz verschieden aussehenden Theilen, einem graugelben glasig-durchsichtigen und einem stark sehnig glänzenden. Von den Zoologen wurde letztere Partie unbedenklich als »band- oder sehnenartiger Theil« bezeichnet, »den Knochenbändern der Wirbelthiere vergleichbar« [2]). Bei den histologischen Untersuchungen früherer Forscher finde ich keine Angabe darüber, welcher Theil des Schliessmuskels der Bivalven als Object gedient

1) Sitzungsberichte der Wiener Academie. Math. naturw. Klasse. Bd. 39.
2) Vergl. Bronn etc. Bd. III. p. 360.

habe. Dies hätte nicht vernachlässigt werden sollen, da die ganze Auffassung der feineren Struktur dieser Muskelfasern von dem gewählten Thiere abhängig ist. Denn während der Schliessmuskel der Auster aus jenen zwei oben kurz charakterisirten Substanzen besteht, eine Eigenschaft, die derselbe noch mit dem anderer Acephalen z. B. von Anomia theilt [1]), giebt es Muschelthiere, deren beide Schliessmuskeln sich sowohl makroskopisch, als bei der mikroskopischen Untersuchung ganz so wie der sehnige Theil des Schalenschliessers der Auster verhalten. Zu diesen gehört z. B. Mytilus edulis; der sogenannte muskulöse Theil fehlt hier vollständig, während derselbe dagegen bei anderen, wie bei Solen vagina ganz allein den grossen hinteren Schliessmuskel constituirt [2]). Hiernach ist es nun ganz begreiflich, dass Untersuchungen, welche z. B. ausschliesslich am Schliessmuskel von Mytilus angestellt werden, zu ganz anderen Resultaten führen müssen, als an Solen-Muskeln angestellte. So war ich anfangs, als ich nur die Muskelfasern von Mytilus kannte, geneigt, dieselben allgemein bei den Bivalven für fibrillär zu erklären, bis mich die Untersuchung von Solen und namentlich von Ostrea auf den richtigen Weg führte.

Betrachten wir zunächst die feinere Struktur des sehnigen Theils des Schliessmuskels der Auster. Im ganz frischen Zustande ohne Anwendung von Zusatzflüssigkeit erscheinen die Fasern desselben als cylindrische Gebilde von 21 bis 33 μ Breite, mit scharfer dunkler seitlicher Begrenzung und eigenthümlichem gelblichen Glanz. Die Bruchenden zeigen schon an diesen Präparaten fibrillären Zerfall. Ueberhaupt gelang es mir hier nicht, ein Präparat herzustellen (abgesehen von Kalipräparaten), an welchem nicht fibrilläre Struktur sofort in die Augen gefallen wäre. Man mag sich der verschiedensten Concentrationen von Chlornatrium-Lösungen als Zusatzflüssigkeit bedienen, immer wird man fibrilläre Fasern im Object antreffen (Fig. 21). Ganz ähnlich verhält sich der kleine vordere Schliessmuskel von Mytilus, während die Muskelfasern des hinteren (Fig. 23 und 24), obwohl derselbe ebenfalls das sehnige Aussehn besitzt, weniger leicht in Fibrillen zerfallen. Ja hier beobachtet man

1) Bronn. l. c.

2) Den kleineren vorderen habe ich hier leider nicht untersucht, da mir in St. Vaast, wo ich Solen beobachtete, jene Eigenthümlichkeit noch nicht bekannt war.

vielmehr an ganz frisch und womöglich ohne jeglichen Zusatz untersuchten Fasern einen leichten Zerfall in kleine hinter einander innerhalb eines Sarkolemms gelegene homogene Cylinder. Bei Zusatz von $^1/_2$ procentiger Chlornatriumlösung isolirt nehmen diese Fasern oft ein trübes feinkörniges bis feingestricheltes Aussehn an (Fig. 23), wie man dies ganz in derselben Weise auch an einigen Stellen der fibrillären Fasern der Auster beobachtet. In Rücksicht auf die gleich zu besprechende chemische Natur dieser Gebilde möchte ich jene Stellen für geronnene erklären, wofür auch der Umstand spricht, dass frisch in kochendes Wasser geworfene Fasern des sehnigen Theils der Auster dasselbe Aussehen annehmen. Eine ganz ähnliche Beschaffenheit zeigten endlich die Muskelfasern einer jungen Auster ihrer ganzen Länge nach (Fig. 18)[1]).

Bisher habe ich die Frage offen gelassen, ob die so eben beschriebenen fibrillären Fasern sehniger oder muskulöser Natur seien. Für die letztere Annahme spricht nun schon der Umstand, dass bei Mytilus beide Schliessmuskeln ganz und gar aus solchen Fasern bestehen. Es existiren hier keine anderen Muskelfasern als die fibrillären, welche sich mikroskopisch ganz so verhalten, wie die Fasern des sehnigen Theils vom Auster-Schalenschliesser. Ganz unzweifelhaft wird die muskulöse Natur der letzteren, wenn man ihr Verhalten gegen chemische Agentien prüft. In Essigsäure lösen sie sich, mit Jod, in Jodkalium gelöst, behandelt zeigen sie die gelbe Färbung der Eiweisskörper; durch Kochen werden sie coagulirt, wie schon vorhin bemerkt wurde; stärkere Kochsalzlösungen üben eine auffallend lösende Kraft auf die uns interessirenden Gebilde aus, sodass man aus allen diesen Reactionen wohl auf einen Myosin ähnlichen Eiweisskörper als Hauptbestandtheil schliessen darf. Die fibrillären Fasern sind somit als wirkliche Muskelfasern anzusehen. Eine Eigenthümlichkeit derselben, die besonders an sich feinkörnig trübenden Muskelfasern von Mytilus zur Beobachtung kommt, ist noch, dass sie oft mit grosser Regelmässigkeit abwechselnd helle und dunkle Querbänder zeigen. Dieselben haben in regelmässigen Knickungen der meist etwas abgeplatteten Muskelfasern ihren Grund. Solche Knickungen zeigen die entsprechenden Fasern der Auster

---

1) An die hier abgebildete Muskelfaser setzt sich wie bei n zu erkennen ist, eine Faser mit plattenförmigem Fuss an. Vielleicht haben wir es hier mit einem Nervenende zu thun.

oft ebenfalls sehr deutlich (Fig. 21). Worauf das Plattwerden der auf dem frischen Querschnitt sich deutlich als cylindrische Gebilde präsentirenden Fasern beruht, kann ich nicht sagen; Aufrollungsformen habe ich hier nicht beobachtet.

Eine Marksubstanz innerhalb der Fibrillenbündel wahrzunehmen ist mir nicht gelungen, wie auch alle früheren Forscher einer solchen nicht gedenken. Ein streitiger Punkt ist dagegen Existenz und Lage des Kerns, und will ich hier, da die früheren Forscher nicht der zwei so heterogenen Arten von Muskelfasern des Schliessmuskels gedenken, diese Frage für beide zugleich abhandeln, zumal sich in diesem Punkte zwischen beiden kein Unterschied zeigt. Was zunächst die Zweifel G. Wageners an der Existenz des Kernes betrifft, so kann ich dieselben nicht theilen, da es mir an beiden Arten von Muskelfasern (vergl. 17, 18 und 24) gelang, einen Kern nachzuweisen. Ueber die Lage desselben finden sich bei Weissmann[1]) widersprechende Angaben, indem dieser Forscher an der einen Stelle aussagt, der Kern liege in der Mitte der Muskelzelle innerhalb der contractilen Substanz, während er einige Zeilen weiter folgenden Satz hinstellt: „In der Profilansicht sieht man nicht selten den Kern der Zelle uhrglasförmig aufsitzen.“ Ich kann nur die letztere Lage für richtig erklären. Ueberall liegt der elliptische Kern der Oberfläche der contractilen Substanz auf, meist von einem Hofe körniger Substanz umgeben (Fig. 17), ein Verhalten, wie wir es bereits bei Bryozoen und Ascidien, denen ebenfalls eine Marksubstanz fehlt, kennen gelernt haben.

Es bleibt mir nun noch übrig, die zweite Art der Muskelfasern zu beschreiben, welche den ganzen hinteren Schliessmuskel von Solen vagina und einen grossen Theil des Austerschliessmuskels zusammensetzt. Es wurde oben gesagt, dass die Bündel dieser Muskelfasern sich schon durch eine eigenthümliche gelbe Farbe und durch ihr glasiges Aussehn von den fibrillären unterscheiden. Diese auffallende Verschiedenheit spricht sich auch im feineren Bau aus. Die betreffenden Fasern stellen Muskelcylinder[2]) dar, die ganz nach dem Schema gebaut sind, welches ich zuerst bei Ophiothrix und sodann bei Arenicola erörtert habe: es sind doppeltschräggestreifte Fasern. Besonders Solen eignet sich zur ersten Orientirung und empfehle ich diese Muschel besonders, da man hier, ohne grosse

1) l. c. I. p. 83.

2) Die Breite derselben beträgt bei Ostrea nur 6 bis 9 μ.

Vorsicht anzuwenden. sich leicht von den betreffenden Strukturverhältnissen überzeugen kann. Es scheinen bei dieser Muschel die sarcous elements viel resistenter zu sein und lassen sich deshalb die Muskelfasern lange gut conserviren, so dass sie nach Monate langem Liegen in starken Lösungen von Kali bichromicum noch leicht jene so interessante Differenzirung der contractilen Substanz erkennen lassen. In Betreff der Grösse der sarcous elements zeigen die einzelnen Fasern von Solen beträchtliche Verschiedenheiten. Während dieselben bei einigen eine recht ansehnliche Grösse erreichen (Fig. 17), sind andere Fasern auch noch bei Betrachtung mit Zeis System F homogen. Beobachtung mittelst eines Immersionssystemes von Hartnack zeigte dagegen auch an diesen Fasern doppelte Schrägstreifung, nur in einer viel feineren Weise. Diese Verschiedenheit der Grösse der sarcous elements spricht wieder sehr für die Ansicht Brücke's, dass dieselben zusammengesetzte Gebilde sind und aus einer grossen Zahl kleiner doppeltbrechender Körperchen bestehen.

Ausser diesen noch wohl erhaltenen und, wie ich bemerken muss, dickeren Muskelcylindern findet man fast in jedem Präparate noch gequollene Fasern und dünnere homogene mit ausgefaserten Enden. Aufrollung der contractilen Substanz ist keine seltene Erscheinung. Bei der Quellung verhalten sich die sarcous elements ganz ähnlich, wie bei Ophiothrix und Arenicola und kann ich in dieser Beziehung auf Fig. 17 verweisen.

Ganz analoge Verhältnisse zeigt der glasige Theil des Schliessmuskels der Auster (Fig. 19 und 20). Die sarcous elements sind hier aber durchschnittlich viel kleiner[1]) und vergänglicher. Unter einem starken Immersionssystem entdeckt man auch hier noch an vielen Fasern feine doppelte Schrägstreifung, wo man sich von der Existenz einer solchen bei Anwendung schwächerer Systeme nicht überzeugen konnte. Um jedoch bei der Auster die beschriebenen Verhältnisse beobachten zu können, bedarf es besonders vorsichtiger Behandlung des Objekts. Zusatz $^1/_2$ procentiger Chlornatriumlösung erweist sich äusserst schädlich; besser sind stärkere Solutionen von 1 Procent an. Am besten wird man aber thun, gar keine Zusatzflüssigkeit zu gebrauchen. Am zweckmässigsten fand ich es, von frischen Muskeln feine Schnitte in der Faserrichtung anzufertigen

1) Die grösste Diagonale misst 0,8 bis 1,2 μ.

und diese denn ohne jeglichen Zusatz bei starker Vergrösserung zu betrachten. Dann zeigten fast alle Muskelfasern doppelte Schrägstreifung. Diess spricht wohl dafür, dass jene Fasern, welche dieselbe in Zerzupfungspräparaten nicht zeigen, als durch Einwirkung der Reagentien veränderte anzusehen sind. Oft beobachtet man dass die Schrägstreifen sich Querstreifen annähern, dass also Rhomben durch dieselben begrenzt werden, deren grosse Diagonale im Querdurchmesser der Muskelfaser verläuft. In Fig. 20 habe ich eine solche Faser abgebildet, die zugleich als ein Beispiel hier nicht selten vorkommender verzweigter Muskelfasern dienen mag.

Den Schliessmuskel der Auster benutzte ich auch, um frische Querschnitte jener so interessanten Fasern mittelst der Gefriermethode anzufertigen. Leider gelang es mir nicht, hier zu befriedigenden Resultaten zu gelangen. Der Querschnitt erschien immer homogen. Zur Controlle wurden von denselben Muskeln Längsschnitte angefertigt. Es zeigte sich, dass auch die Oberfläche der Muskelfasern nun nicht mehr doppelt schräggestreift, sondern homogen war. Es deutet dies offenbar auf eine Zerstörung der so äusserst zarten Strukturverhältnisse durch die Kälte. Solen-Muskeln, deren sarcous elements grösser und resistenter sind, dürften sich besser zu diesem Versuch eignen.

Die so bedeutende Verschiedenheit des Baues der fibrillären und doppeltschräggestreiften Muskelfasern deutet wohl auf eine verschiedene Function. Vergleicht man den Act des Schalenschliessens bei der Auster und Miessmuschel, so sieht man, dass bei ersterer derselbe auf Einwirkung äusserer Reize plötzlich und rasch geschieht, bei Mytilus dagegen sehr langsam und allmählig, so dass man bei offenstehenden Schalen bequem die Schliessmuskeln durchschneiden kann, ohne dass dabei, wie diess bei der Auster der Fall ist, das Messer eingeklemmt wird. Ich möchte deshalb glauben, dass die doppeltschräggestreiften Fasern der Auster mehr für plötzlich und energisch auszuführende Bewegungen eingerichtet sind, während die fibrillären Fasern vielleicht den festen Schluss besorgen, der hier nur durch andauernde Contraction zu erzielen ist.

Soweit meine eigenen Beobachtungen. Es stehen damit im Widerspruch die so bestimmten Angaben von Margo über den Schliessmuskel der Anodonta. Obwohl ich nun nicht so glücklich war, die Teichmuschel selbst auf die streitigen Punkte untersuchen zu können, glaube ich doch Einiges zum Ausgleich der Differenzen

beitragen zu können. Im Widerspruch mit meinen Angaben steht vor Allem, dass die sarcous elements der Mollusken-Muskelfasern rund und in Querreihen gestellt seien (vergl. besonders die Fig. 3 und 4 von Margo). Wichtig für die Erklärnng dieser Bilder wird die Figur 7 derselben Abhandlung. In derselben bildet Margo Muskelfasern von Octopus ab, die nach Abbildung und Beschreibung zu schliessen aus körniger Marksubstanz und contractiler Rindensubstanz bestehen. Von diesen Fasern beschreibt er nun in derselben Weise, wie bei Anodonta, sarcous elements; nur seien dieselben zuweilen mehr schräg geordnet. Vergleicht man dagegen die Fig. 7 mit der Fig. 3, so sieht man auf der Stelle, dass die sarcous elements bei Octopus ganz etwas Anderes sind, als die von Margo bei Anodonta beschriebenen, dass erstere vielmehr vollkommen die von mir beschriebene Anordnung in doppelte Schrägreihen zeigen. Octopus hat also eine doppeltschräggestreifte contractile Substanz. Andrerseits stimmen dagegen die runden Körner des unteren Theils der Fig. 7 a sowie die runden Körner in der Achse von Fig. 7 b sowohl unter einander, als auch mit den runden „sarcous elements“ der Figuren 3 und 4 von Anodonta vollkommen überein. Die Körner der Achse bezeichnet aber Margo mit dem wohl nicht zu billigenden Ausdruck „Kernbläschen“, hält sie also hier nicht für sarcous elements. Diese Thatsachen, meine ich, lassen nun vermuthen, dass jene runden doppeltbrechenden Gebilde des Schliessmuskels von Anodonta vielleicht ähnlicher Natur sind, wie die grösseren Körnchen der Marksubstanz der Muskelfasern von Octopus. Doch kann ich natürlich ein endgültiges Urtheil nicht abgeben, bevor mir nicht Anodonta selbst als Untersuchungsobjekt vorgelegen hat.

Ganz in derselben Weise nun, wie Margo doppelte Schrägstreifung von Octopus zwar abbildet, aber nicht richtig deutet, zeichnet G. Wagener die Fasern des Schliessmuskels von Lima[1] mit zwei Systemen von sich schneidenden Schrägstreifen nennt aber dieses Strukturverhältniss eine „eigenthümliche Querstreifung“.

Was endlich die Angabe von Margo betrifft, dass er zwischen den Fasern der Mollusken-Muskeln kleine spindelförmige Körper gefunden habe, die er als Sarkoplasten bezeichnet und aus denen er durch weiteres Wachsthum neue Muskelfasern entstehen lässt, so kann ich wenigstens die Thatsache bestätigen. Ich fand nämlich

1) l. c. Tafel IV. Fig 7.

zwischen den fibrillären Fasern des vorderen Schliessmuskels von Mytilus eigenthümliche glänzende längsgestreifte spindelförmige Körper, von deren Oberfläche sich zuweilen eine deutliche Membran abhob (vergl. Fig. 22). Von der Gegenwart eines Kernes konnte ich mich dagegen nicht überzeugen und finde ich auch in Margo's Figuren nichts Beweisendes dafür. Ueber die Bedeutung dieser Gebilde kann ich vor der Hand kein Urtheil fällen.

Ueber die Muskeln der Gastropoden habe ich zahlreiche Beobachtungen angestellt und beziehen sich dieselben auf die Gattungen Patella, Chiton, Littorina, Trochus, Nassa und Helix [1]).

Pulmonaten und Prosobranchier verhalten sich in der Struktur ihrer Muskeln sehr ähnlich und können deshalb zusammen besprochen werden. Von früheren Forschern auf diesem Gebiet lehrt uns Weissmann die Zellennatur dieser Muskelfasern kennen, während G. Wagener auch hier Zusammensetzung aus Fibrillen constatirt. Wichtiger sind die Angaben Anderer über das Vorkommen von Querstreifung an den Muskelfasern der Mundmasse. Hierher gehören die Beobachtungen von Pagenstecher [2]) am Trochus zizyphinus und die Angabe von Keferstein in der Fortsetzung von Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs [3]), sowie die Beobachtungen Gegenbaur's [4]) am Retractor oculi der Helicinen.

Betrachten wir zunächst die Muskeln der Mundmasse der Gastropoden. Bei vielen Prosobranchiern, wie Patella, Chiton, Trochus und vor allen bei Littorina, zeichnen sich dieselben bekanntlich durch eine intensiv blutrothe Farbe vor den Muskeln des Fusses aus. Bei Nassa und Helix fand ich sie dagegen nur gelbroth gefärbt. Da im Uebrigen sich aber diese Muskeln ganz ähnlich verhalten, so beruht die andere Färbung wahrscheinlich nur darauf, dass bei letzteren der eigenthümliche Farbstoff nur in geringerer Menge vorhanden ist. Die spektroskopische Untersuchung dieses schönen rothen Farbstoffs wird zu entscheiden haben, ob er mit

---

1) Von Opisthobranchiern habe ich nur Aeolis untersucht und auch diese nicht genügend, sodass ich ihre Muskelfasern, die übrigens denen anderer Gastropoden durchaus ähnlich zu sein scheinen, von einer näheren Besprechung ausschliessen muss.

2) Untersuchungen über niedere Seethiere aus Cette. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XII. p. 306—308.

3) l. c. III. p. 899.

4) l. c.

Hämoglobin identisch ist. Zerzupft man nun die Muskulatur der Mundmasse, so erhält man zahlreiche cylindrische im durchfallenden Lichte gelbroth gefärbte Bündel von ansehnlicher Breite.[1]) Sie zeigen sich von zahlreichen Längskörnerzügen durchsetzt, die das ganze Bild trüben und nur eine Zeichnung durchscheinen lassen, die auf den ersten Anblick fast den Eindruck von Querstreifung macht. Auf Zusatz von Essigsäure werden leicht zahlreiche ovale Kerne deutlich, die stets den Körnerzügen folgen.

An frischen Präparaten gelingt es nur schlecht, diese Cylinder weiter zu zerlegen. Behandlung mit 35 procentiger Kalilauge lehrt dagegen, dass dieselben zusammengesetzte Gebilde sind, Bündel von Muskelfasern, welche aus einer schmalen Rinden- und relativ breiten Marksubstanz bestehen, in welcher letzteren sich der ovale Kern befindet[2]) (Fig. 25 und 26).

Um nun den feineren Bau dieser contractilen Fasern kennen zu lernen, bediente ich mich zur Isolirung der chromsauren Kalilösungen. Die Muskelfasern isoliren sich dann ziemlich leicht, nur lösen sich in dünneren Solutionen viele der feinen Körnchen der Marksubstanz auf. Was zunächst diese betrifft, so ist ihr Aussehen bei den einzelnen Arten verschieden. Diess beruht auf einer Verschiedenheit der Körnchen in ihrem Innern. Bei Nassa habe ich diese Verhältnisse besonders genau studirt und gefunden, dass schon Behandlung der Muskelfasern mit Essigsäure drei Arten von Körnchen unterscheiden lässt: 1) feine, die in Essigsäure löslich sind und den grössten Theil ausmachen, 2) in geringerer Menge gröbere, in Essigsäure unlösliche, mit eigenthümlichem Glanz (vielleicht Glycogen?), und 3) gruppenweise vereinigte gelbe Körnchen, in Essigsäure ebenfalls unlösliche. Letztere sind es besonders, welche bei den verschiedenen Gattungen in ungleicher Menge vorkommen. An Nassa schliesst sich in dieser Beziehung Helix an (Fig. 30), indem bei dieser Schnecke ebenfalls nur wenige der gelben Körnchen gruppenweise in der Marksubstanz vertheilt liegen. Anders verhält sich dagegen die Marksubstanz der blutroth gefärbten Mundmuskeln von Littorina und anderen. Hier liegen die gelben Körner viel zahlreicher zusammen. Besonders sind Patella und Chiton in dieser Be-

1) Bei Chiton sind dieselben z. B. 166 bis 190 μ breit.

2) Breite der Muskelfasern bei Nassa 9 bis 10 μ, bei Chiton und Patella 7 bis 8 μ.

ziehung zu empfehlen. Bei Patella liegen sie oft so dicht und regelmässig, dass sie eine Art Querstreifung darstellen können, die natürlich, da sie auf die körnige Marksubstanz beschränkt ist, nichts mit einer wahren Querstreifung zu thun hat. Dennoch bezeichnet auch bei den Schnecken Margo die analogen Körner als sarcous elements, was entschieden zu Gunsten meines oben abgegebenen Urtheils spricht.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der contractilen Rindensubstanz dieser Muskelfasern. Zerzupft man die Bündel derselben im frischen Zustande, so zeigt sich auch hier oft die Erscheinung (besonders bei Helix), dass dieselben der Quere nach innerhalb eines Sarcolemms in Scheiben oder kurze cylindrische Stücke zerfallen. Nach Isolation mittelst dünner Lösungen von Kali bichromicum erscheinen viele Fasern fein längsstreifig und an den Bruchenden ausgefasert. Ein deutlicher Zerfall in Fibrillen tritt jedoch nicht ein. Dagegen gelang es mir auch hier doppelte Schrägstreifung nachzuweisen. Bei vielen Schnecken sind jedoch die Strukturverhältnisse so zarte und feine, dass dieselben bei nicht sorgfältiger Behandlung und nicht ausreichenden Systemen homogen erscheinen. So gelang es mir z. B. bei Nassa und Chiton nicht, sarcous elements zu finden, was wohl darin seinen Grund haben mag, dass ich, als ich diese Schnecken in St. Vaast untersuchte, noch nicht auf alle bei der Untersuchung anzuwendenden Vorsichtsmaassregeln aufmerksam geworden war. Bei Littorina und Patella ist jedoch der Nachweis ein leichter und gelingt auch nach Isolirung in dünnen Lösungen von Kali bichromicum. Ja es möchte hier diese Muskeln eine nicht zu lange anhaltende Maceration in etwa 3procentigen Solutionen jener Substanz zu empfehlen sein, da sich darin die Körnchen der Marksubstanz zum grössten Theil lösen und man so Stellen erhält, wo man durch dieselben nicht mehr in der Erkenntniss der feineren Strukturverhältnisse der Rindensubstanz gestört wird. Man überzeugt sich zwar auch an frischen Präparaten leicht von dem Vorhandensein einer Sonderung der Rinde in zwei optisch verschiedene Substanzen, allein es gewinnt dann oft den Anschein, als ob hier eine Querstreifung existire, und glaube ich, dass diesem Umstande die oben erwähnten Angaben über das Vorkommen von Querstreifung an diesen Muskelfasern zususchreiben sind. Eine Betrachtung dagegen solcher Stellen, wo die Marksubstanz durchsichtig geworden ist, lehrt, dass auch hier die sarcous elements im Wesentlichen dieselbe

Anordnung zeigen. wie z. B. im Schliessmuskel der Bivalven, dass also doppelte Schrägstreifung besteht. Jedoch muss ich bemerken, dass es bei den Schnecken sehr schwer hält, so schöne Präparate zu bekommen, wie z. B. von Solen. In Fig. 30 gebe ich die Abbildung einer Muskelfaser aus der Buccalmasse von Helix. Man erkennt in der Achse derselben den Kern und drei Haufen gröberer Körner. Die übrigen Körnchen der Marksubstanz haben sich gelöst. Besonders am oberen und unteren Ende der Figur ist die doppelte Schrägstreifung erkennbar, in der Mitte dagegen ist auf jeder Seite nur ein System von Schrägstreifen wahrzunehmen. Man muss sich hier mit diesen Bildern begnügen, da frische Muskelfasern schon wegen der Existenz der Marksubstanz noch weniger davon erkennen lassen.

Von den eben beschriebenen Muskelfasern der Buccalmasse der Gastropoden unterscheiden sich nun die des Fusses in manchen Stücken. Zunächst ist bei letzteren die Marksubstanz viel schmaler und weniger scharf gegen die Rindensubstanz abgegrenzt (Fig. 27 und 29); sie ist ferner feinkörnig und enthält keine groben gelben Körner. Der Kern liegt auch hier im Centrum des Axenstranges. Eine Eigenthümlichkeit der Rindensubstanz ist, dass sie leichter. als die Muskelfasern der Mundmasse Längsstreifung zeigt (Fig. 27). Jedoch ist im frischen Zustande nichts davon zu sehen und tritt diese Erscheinung erst auf nach Maceration in Lösungen von doppeltchromsaurem Kali. Eine Differenzirung der contractilen Substanz in zwei optisch verschiedene Substanzen nachzuweisen. ist mir bis jetzt nicht gelungen.

Von anderen Muskeln der Schnecken habe ich noch den Musculus columellaris untersucht. Die Fasern desselben gleichen sehr denen des Fusses; nur ist der Axenstrang äusserst fein. Ich verweise in dieser Beziehung auf Fig. 28 von Littorina.

Auf die vorstehenden Thatsachen gestützt kann ich es nunmehr unternehmen, die Ansicht G. Wagener's, dass die Fibrille Primitivelement der Muskelfaser sei, einer näheren Besprechung zu unterziehen. Ich muss jedoch bemerken, dass ich dabei nur auf die von mir untersuchten Thiere Rücksicht nehmen werde. In Betreff der quergestreiften Muskelfasern der Arthropoden und Wirbelthiere muss ich die Frage offen lassen, da ich über diese keine neuen Beobachtungen gemacht habe.

So lange man die Entwicklungsgeschichte der Muskelfasern der

wirbellosen Thiere nicht kennt, kann offenbar nur dann die Ansicht Wagener's eine gewisse Berechtigung haben, wenn schon an der frischen Muskelfaser Fibrillen zu demonstriren sind oder wenigstens Fibrillenbildung bei Behandlung mit verschiedenen Reagentien ausschliesslich oder doch leichter als eine andere Veränderung eintritt. Dass diess aber bei den von mir untersuchten Thieren zum grossen Theil nicht der Fall ist, geht aus zahlreichen oben erwähnten Thatsachen hervor. So zeigen die Muskelfasern der Coelenteraten, Echinodermen, Turbellarien, Cestoden und Trematoden keine Erscheinung, die auf Fibrillenstruktur zurückzuführen wäre. Eine leichte Ausfaserung an den Bruchenden ist doch kaum als Beweis für eine Zusammensetzung aus Fibrillen anzuführen. Die Muskelfasern vieler anderer Thiere (Anneliden, Gephyreen, Mollusken) zerfallen ferner im frischen Zustande stets der Quere nach und zeigen nur nach Einwirkung von Reagentien Fibrillen, die bei vielen dieser Thiere ebenfalls undeutlich bleiben. Was endlich sehr für die Natur der Fibrillen als Kunstprodukte spricht, sind meine Beobachtungen an den doppeltschräggestreiften Muskelfasern. Hier treten Fibrillen, d. h. meist auch nur Ausfaserungen der Bruchenden, nur da auf, wo die doppelte Schrägstreifung den Eingriffen der Reagentien bereits erlegen ist, und zeigen sich immer als unregelmässige, blasse, homogene Fasern, ohne constante Breite.

Diese Thatsachen genügen wohl, um eine Präexistenz von Fibrillen für den grössten Theil der von mir untersuchten Muskelfasern in Abrede zu stellen. Nur die Muskelelemente der Nematoden und Hirudineen, sowie die des sogenannten sehnigen Theils der Schliessmuskeln der Bivalven zeigen schon im frischen Zustande eine »fibrilläre« Anordnung mehr oder weniger deutlich. Offenbar haben wir es aber bei Nematoden und Hirudineen mehr mit radial gestellten homogenen Platten, aus denen sich die contractile Rindensubstanz aufbaut, zu thun, als mit wirklichen Fibrillen, und wäre es gar nicht undenkbar, dass die Entwickelungsgeschichte zeigen würde, diese Platten entständen eine jede als besondere Bildung in der Umgegend des Kernes der späteren Muskelzelle und träten erst später zur Bildung der Rindensubstanz mit ihren Flächen zusammen. Ein jedes Radialblatt wäre dann einer bloss aus contractiler Substanz bestehenden Muskelfaser der niedersten Formen, z. B. der Infusorien und Turbellarien, gleichzusetzen. Will man ein solches Radialblatt eine Fibrille nennen, so muss man folgerichtig auch die

ganze Muskelfaser der Turbellarien, Cestoden etc. als eine Fibrille bezeichnen.

Es bleiben somit nur die Muskelfasern des faserigen Theils des Bivalven-Schliessmuskels, an denen eine fibrilläre Struktur auch schon im frischen Zustande nicht abzuleugnen ist. Offenbar kann aber diese eine Thatsache den vielen anderen Ergebnissen gegenüber nicht genügen, den Satz zu beweisen, dass die Muskelfasern der wirbellosen Thiere allgemein aus Fibrillen bestehen, dass die Fibrille das Primitivelement der Muskelfaser sei. Wir haben deshalb hier die Fibrillenbildung nur als eine weitere Differenzirung der contractilen Substanz anzusehen, angepasst an die eigenthümliche Function, einen anhaltenden Verschluss der Schalen zu bewirken.

Nach Erledigung dieser Frage hätten wir uns nun nach leitenden Gesichtspunkten umzusehen, die geeignet sind, in des Gewirr von Formen, das wir kennen gelernt haben, Ordnung hineinzubringen und uns zum Verständniss derselben zu verhelfen.

Wie wir in der Einleitung gezeigt haben, lässt sich die schroffe Trennung der Muskelgebilde in Muskelzellen und Muskelprimitivbündel, wie sie Weissmann vorschlägt, nicht rechtfertigen, da die dafür aus der Embryologie entnommenen Beweise nicht stichhaltig sind und die Betrachtung der Formen vielmehr zu der von anderen Forschern, wie G. Wagener und Leydig, vertretenen Ansicht führt, dass zwischen beiden Typen der contractilen Gewebe sich Uebergangsformen finden. Wie verschieden auch im Einzelnen die Ausbildung der constituirenden Theile einer Muskelfaser sein mag, es findet sich immer derselbe Grundplan freilich in den verschiedensten Complicationen. Kern, ein körniger Hof um denselben und contractile Substanz lassen sich durch die ganze Reihe der contractilen Gebilde verfolgen. Nur die allerniedrigsten Formen, die kernlosen Zellen der Infusorien, Turbellarien, Cestoden und Trematoden scheinen sich diesem Schema nicht zu fügen. Ich werde jedoch unten zeigen, dass auch sie in einem innigen Zusammenhang mit den höher entwickelten Formen stehen. Man kann deshalb eine Grundform annehmen, von welcher sich alle noch so verschiedenen contractilen Gebilde ungezwungen ableiten lassen, von welcher aus nach divergenten Richtungen hin sich immer complicirtere Formen entwickelt haben.

Meiner Ansicht nach lassen sich nun diese Thatsachen nur verstehen, wenn man sich auf den Boden der Descendenztheorie

stellt. Nur mittelst der Darwin'schen Lehren ist es möglich, Ordnung in das Gewirr der so ähnlichen und doch wieder so verschiedenen Formen zu bringen. Ebenso wie die verschiedenen Thierformen nach den Lehren der Descendenztheorie im genetischen Zusammenhang stehen, dürfen wir einen solchen auch für die Gewebe postuliren, die doch nur ein Theil des Ganzen sind, und bei jeder Abänderung der Gesammtform gewiss zunächst mit betroffen werden.

Bekennen wir uns zu Darwin's grossartigen Lehren, die noch durch keine Thatsache widerlegt sind und in jeder neuen Erforschung der Formen nur eine neue Stütze finden, so ergiebt sich die Auffassung der verschiedenen Muskelgebilde als eine sehr einfache. Alle contractilen Elemente stehen in einem genetischen Connex und stammen wahrscheinlich von einer Grundform, aus der sich durch Anpassung an die verschiedenen Lebensbedingungen neue Formen gebildet haben. Gemäss den Gesetzen der Vererbung lassen sie alle noch mehr oder weniger deutlich ihren Grundtypus erkennen, wie verschieden auch die Anpassung im Speciellen auf die Ausbildung der einzelnen Theile eingewirkt haben mag.

Es würde nun ein gewagtes Unternehmen sein, schon jetzt, wo erst so wenig Thierformen genau auf ihr Muskelgewebe untersucht sind, wo wir die Entwickelungsgeschichte desselben noch so ungenügend kennen, gleichsam einen Stammbaum aller Muskelgebilde construiren zu wollen, den Weg nachweisen zu wollen, auf dem die complicirteren Formen aus einfacheren entstanden seien. Ich beschränke mich deshalb nur auf einige Andeutungen in dieser Beziehung.

Interessant ist die Differenzirung der contractilen Substanz. In ihrer ausgebildeten Form zeigt dieselbe deutliche räumliche Sonderung in zwei optisch verschiedene Substanzen, eine einfach- und eine doppeltbrechende. Diese Sonderung kann nach zwei verschiedenen Richtungen auftreten und erhalten wir so die Typen der doppeltschräggestreiften und der quergestreiften Muskelfasern. Als einen geringeren Grad von Differenzirung können wir es ansehen, wenn doppeltbrechende Theilchen in der Muskelfaser zwar vorhanden sind, aber keine regelmässige Lagerung erkennen lassen, so dass die ganze Faser im polarisirten Lichte bunt erscheint, wie diess von E. Brücke für die glatten Muskelfasern der Wirbelthiere nachgewiesen wurde. Hier haben sich also die Disdiaklasten innerhalb der einfachbrechenden Substanz nicht zu sarcous elements zusammengruppirt. Eine

wichtige Frage ist nun: Giebt es überhaupt Muskelfasern ohne doppeltbrechende Theichen? Untersuchungen in dieser Beziehung sind meines Wissens bis jetzt nicht publicirt. Um so lieber ist es mir, hier eine derartige Beobachtung mittheilen zu können, welche Herr Professor W. Kühne gemacht hat und so gütig war. mir zur Publication zu überlassen. Derselbe untersuchte die Muskelfasern von Stentor viridis im polarisirten Lichte und fand. dass sie keine Disdiaklasten enthielten. Wahrscheinlich wird eine hierauf gerichtete Untersuchung der Muskelfasern der Turbellarien und anderer niederer Thiere Gleiches lehren.

Aehnliche Betrachtungen lassen sich auch für die anderen Bestandtheile der Muskelfasern, die Kerne und die um dieselben befindliche körnige Substanz anstellen. Beide scheinen überall zu der embryonalen Entwicklung in direkter Beziehung zu stehen und wäre dann die körnige Substanz als Rest des embryonalen Protoplasma aufzufassen. Wie wir oben gesehen haben, fehlen den einfachsten Muskelgebilden (Infusorien, Turbellarien) noch beide Bestandtheile; solche Muskelfasern bestehen nur aus contractiler Substanz. Diese Thatsache findet ihre einfache Erklärung darin, dass bei diesen auch dem Protoplasma, in welchem sich die Fasern bildeten. die Kerne fehlen, dass also die Abscheidung der contractilen Substanz ohne dieselben erfolgen musste. Wo dagegen Kerne überhaupt auftreten, sehen wir auch sofort die Bildung der contractilen Substanz an das dieselben unmittelbar umgebende Protoplasma gebunden.

Die Ausbildung der Muskelfasern hängt also wahrscheinlich zunächst von der Beschaffenheit der embryonalen Gewebe ab. Bestehen dieselben aus deutlichen Zellenterritorien, die durch die Lage der Kerne markirt sind, so werden wir auch Muskelfasern mit Kern und Rest von embryonalem Protoplasma zu erwarten haben; wo dagegen solche Zellenterritorien nicht nachzuweisen sind, werden wir die contractile Substanz direkt in die protoplasmatische Körpersubstanz abgelagert finden. Im ersteren Falle wäre es dann wieder denkbar, dass entweder an verschiedenen Stellen des Zellenterritoriums zugleich eine Bildung von contractiler Substanz aus Protoplasma stattfindet oder nur an einer. Dort würden dann Muskelfasern entstehen müssen, wie sie bei Nematoden und Hirudineen vorkommen. Geht dagegen die Bildung der contractilen Substanz nur von einer Stelle aus, so sind wieder zwei Fälle möglich, indem die contractile Substanz entweder den Kern und mit

ihm einen Rest der körnigen Masse umwachsen kann, sodass wir dann eine Marksubstanz erhalten, oder sich einseitig weiter entwickelt. Für beide Fälle liefern die in diesem Aufsatz beschriebenen Muskelgebilde Beispiele genug.

Man sieht, wie sich so ungezwungen ein natürlicher Zusammenhang zwischen den verschiedenen Formen herstellen lässt. wie ein gemeinsamer Bildungsplan überall hindurchblickt. Man sieht aber zugleich, wie sich überall das Bedürfniss geltend macht, die embryonale Entwickelung dieser Formen genau zu kennen. Nur eine genaue Kenntniss der letzteren wird es ermöglichen, ein System der contractilen Substanzen zu entwerfen, ein System, welches den Weg erkennen lassen soll, den die complicirtesten Formen der Muskelfaser zu durchlaufen hatten von den einfachsten Formen an bis zu ihrer definitiven Ausbildung.

Amsterdam, im December 1868.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XIV und XV.

Sämmtliche Figuren sind bei einer Vergrösserung System F Ocular II eines Zeis'schen Mikroskopes gezeichnet, nur Fig. 8 und 28 bei Hartnack 10 mit Immersion.

Fig. 1. Muskelfasern einer Actinie. Kali bichromicum 3%. a. Auf der spindelförmigen contractilen Substanz in der Mitte ein von körniger Masse gebildeter Hügel mit kugeligem Kern. b. Faser mit zwei Kernen und partieller Längsspaltenbildung. c. Faser ohne Kern.

Fig. 2. Muskelfasern einer Cereus-Art. a. Faser mit zwei körnigen Hügeln, in deren einem der Kern. b. Faser mit knotigen Anschwellungen. Chromsäure-Präparate.

Fig. 3. Doppelt schräggestreifte Muskelfaser von Ophiothrix fragilis im gequollenen Zustande (frisch mit Chlornatrium ½ Procent untersucht). Kern und Sarkolemm deutlich. Letzteres hebt sich stellenweise von der gekrümmten Faser ab.

Fig. 4. Doppeltschräggesreifte Muskelfaser von Ophiotrix fragilis im ganz frischen Zustande. Kern mit Kernkörperchen.

Fig. 5. Schmalere homogen erscheinende Fasern derselben Ophiothrix. b mit Ausfaserung am Bruchende.

Fig. 6. Ende einer verästelten Muskelfaser von Asteracanthion rubens. Kali bichromicum. Bei a feine stellenweis varicöse Fäserchen (Nerven?).

Fig. 7. Muskelfaser vom Blutegel. Am unteren Ende der Figur ist die Zusammensetzung der contractilen Rindensubstanz aus radialen Blättern deutlich.

Fig. 8. Muskelfaser vom Blutegel. Zeigt Längslinien im unteren Theile als Andeutung einer Zusammensetzung aus radialen Blättern. Frisch in Chlornatrium ½ %.

Fig. 9. Frische Muskelfaser von Phascolosoma elongatum. Zeigt deutliche Längsstreifung. Sarkolemm in Querfalten gelegt.

Fig. 10 und 11. Muskelfasern von Phascolosoma elongatum. Chromsäure-Präparate. Fibrillärer Zerfall deutlich. Kerne und körnige Marksubstanz.

Fig. 12. Schematische Zeichnung einer Muskelfaser von Arenicola. Kern in der schmalen körnigen Marksubstanz. Die breite contractile Rindensubstanz ist doppelt schräggestreift.

Fig. 13 und 14. Muskelfasern von Nereis. Chromsäure $^1/_{50}$ %. An die platt gewordenen Fasern heften sich zahlreiche kleine Fäserchen mit dreieckiger Basis an (Nervenfäserchen?).

Fig. 15 und 16. Muskelfasern des Regenwurms. Fig. 15 mit Längsstreifung. Kerne. mit deutlichem Kernkörperchen auf der Oberfläche der contractilen Substanz. Fig. 15 Chromsäure $^{1}/_{40}$ %. Fig. 16 Osmiumsäure $^{1}/_{2}$ %.

Fig. 17. Doppeltschräggestreifte Muskelfaser von Solen vagina, gequollen. sodass die isotrope Substanz dunkel, die sarcous elements hell erscheinen. Kern mit körniger Substanz auf der Oberfläche der Faser.

Fig. 18. Muskelfaser aus dem Schliessmuskel einer jungen Auster. Contractile Substanz körnig getrübt und fein gestrichelt. Bei n setzt sich eine feine Faser (Nervenfaser?) mit einer plattenförmigen Verbreiterung an die Muskelfaser an.

Fig. 19. Doppeltschräggestreifte Faser aus dem glasigen Theile des Schliessmuskels der Auster. Ganz frisch in Chlornatrium von 1 % untersucht.

Fig. 20. Getheilte doppeltschräggestreifte Faser eben daher.

Fig. 21. Fibrilläre Muskelfaser aus dem sogenannten sehnigen Theile des Schliessmuskels der Auster. Ganz frisch untersucht.

Fig. 22. Spindelförmiger Körper aus dem vorderen Schliessmuskel von Mytilus edulis. Frisches Präparat.

Fig. 23 und 24. Muskelfasern aus dem hinteren Schliessmuskel von Mytilus edulis, Fig. 24 nach Anwendung von Osmiumsäure $^{1}/_{4}$ %, Fig. 23 frisches Präparat.

Fig. 25. Muskelfaser aus der Mundmasse von Nassa. a im optischen Längsschnitt, b im Querschnitt. Frische Präparate.

Fig. 26. Ebendaher. Durch Kalilauge von 35 % isolirt. Kerne innerhalb der Marksubstanz.

Fig. 27. Muskelfaser aus dem Fusse von Nassa. Frisches Präparat.

Fig. 28. Muskelfaser aus dem Musculus columellaris von Littorina littoralis. Contractile Substanz längsgestreift. Marksubstanz sehr schmal. Frisch in Jodserum untersucht.

Fig. 29. Querschnitt durch die gefrorene Fussmuskulatur von Helix.

Fig. 30. Doppelt schräggestreifte Muskelfaser aus der Muskulatur der Mundmasse von Helix. Frisches Präparat.

Kleinere Mittheilungen zur Histologie wirbelloser Thiere.

Von

Dr. G. Schwalbe.

Hierzu Tafel XV, 2, Fig. 1—10.

I. Beiträge zur Kenntniss des Blutes wirbelloser Thiere.

Während eines Aufenthattes in St. Vaast in der Normandie hatte ich vielfach Gelegenheit, die Sipunculide Phascolosoma elongatum [1]) zu beobachten. Mein Interesse wandte sich bald ausschliesslich der die Leibeshöhle erfüllenden Flüssigkeit, dem Blute dieses Thieres, zu, die in ihren morphotischen Bestandtheilen so merkwürdige Verhältnisse darbietet, wie sie mir bisher von wirbellosen Thieren nicht bekannt waren. Denn während man bis jetzt annahm, dass die Blutkörperchen derselben den farblosen Zellen des Blutes der höheren Thiere gleichen [2]), fanden sich im Blute des Phascolosoma zwei Arten von Blutkörperchen, deren eine den bei Wirbellosen gewöhnlich vorkommenden farblosen protoplasmatischen Zellen gleich zu setzen ist, während die überwiegende Mehrzahl der zelligen Elemente des Bluts in allen wesentlichen Verhältnissen eine merkwürdige Uebereinstimmung mit den farbigen kernhaltigen Blutkörperchen der niederen Wirbelthiere zeigt.

Ueber die Leibesflüssigkeit der Sipunculiden liegen schon verschiedene Beobachtungen vor. So haben Keferstein und Ehlers dieselbe bei Sipunculus nudus [3]), Priapulus caudatus [4]) und Phas-

1) vergl. Keferstein. Untersuchungen über niedere Seethiere. Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. XII. p. 35 ff.

2) Kölliker. Gewebelehre. 5. Aufl. p. 629.

3) Keferstein und Ehlers. Zoologische Beiträge. p. 41.

4) Ehlers. Ueber die Gattung Priapulus. Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. XI. p. 222.

colosma elongatum [1]) untersucht. Sie beschreiben die uns interessirenden Gebilde kurz als scheibenförmige oder kugelige, kernhaltige Zellen, ohne auf ihre grosse Aehnlichkeit mit den Blutkörperchen der Wirbelthiere aufmerksam zu machen. Ich halte es deshalb nicht für überflüssig, die Leibesflüssigkeit der genannten Sipunculide einer genaueren Besprechung zu unterziehen, zumal da der vorliegende Fall nicht der einzige derartige zu sein scheint. Wenigstens deutet wohl die kurze Bemerkung von Leydig [2]), dass er bei Enchytraeus »sehr schöne und grosse ovale glattrandige Lymphkügelchen in der Leibeshöhle« gefunden habe, welche ihn sehr an »die glattrandigen Blutkügelchen niederer Wirbelthiere« erinnert hätten [3]), auf analoge Verhältnisse hin. Somit ständen denn die Sipunculiden hierin nicht einzig da, und wird man gewiss, einmal auf die Sache aufmerksam geworden, auch noch bei anderen wirbellosen Thieren Aehnliches finden [4]).

Die eben aus dem Körper entleerte Leibesflüssigkeit des Phascolosoma elongatum ist hell rosa oder matt grauröthlich gefärbt und in Folge ihres reichlichen Gehalts an morphotischen Elementen nicht klar und durchsichtig, sondern milchig trübe. Lässt man die Flüssigkeit einige Zeit lang an der Luft stehen, so zeigt sich eine höchst auffallende Erscheinung: sie wird allmählig dunkler und dunkler und nimmt schliesslich eine intensiv burgunderrothe Farbe an. Diese merkwürdige Farbenveränderung hätte zu einer genaueren Untersuchung des Farbstoffs auffordern müssen; um so mehr bedauerte ich es, am Meeresstrande von allen zu derartigen Untersuchungen nothwendigen Hülfsmitteln entblösst zu sein. Meine Versuche, durch Behandlung des Blutes mit Wasser den Farbstoff in Lösung zu bringen und vielleicht in krystallinischer Form unter dem Mikroskope erscheinen zu sehen, waren erfolglos. Es gelang mir auch auf keine andere Weise, Farbstoff-Krystalle aus dieser Flüssig-

1) Keferstein l. c. u. Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntniss der Sipunculiden. Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. XV. p. 412.

2) Histologie p. 451.

3) Leydig. Vom Bau des thierischen Körpers. p. 66. Anmerkung.

4) Vielleicht gehören hierher noch die von Keferstein (Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. XII p. 60 und 86) bei einer Nemertine, der Borlasia splendida, kurz erwähnten und beschriebenen gefärbten, abgeplatteten elliptischen Blutkörperchen, sowie die gefärbten scheibenförmigen Blutkörperchen der Annelide Glycera capitata (daselbst p. 105).

keit zu erhalten. Bei längerem Stehen des Blutes an der Luft verschwindet nach und nach die schön rothe Farbe wieder und geht in ein schmutziges Braun über, offenbar ein Zeichen beginnender Zersetzung des Farbstoffs. Beim Eintrocknen endlich nimmt das Ganze eine schmutziggrüne Farbe an.

Uebrigens ist dies nicht das einzige Beispiel einer Farbenveränderung des Blutes wirbelloser Thiere nach Luftzutritt. So beobachtete Haeckel [1]) eine ähnliche Erscheinung am Blute von Astacus fluviatilis, Homola Cuvieri und Homarus vulgaris.

Die Frage, ob sich aus der mit aller Vorsicht entleerten Leibesflüssigkeit der Sipunculiden Kochsalzkrystalle ausscheiden, welche Keferstein auf Grund von Untersuchungen an Sipunculus nudus verneint, glaube ich für Phascolosoma elongatum dahin entscheiden zu müssen, dass allerdings aus so gewonnenem Blute nicht selten ziemlich viel Chlornatrium-Krystalle erhalten werden können, was also jedenfalls auf einen beträchtlichen Gehalt des Blutes an Kochsalz hinweist. Die Frage jedoch, wie dasselbe in die Leibesflüssigkeit gelange, muss ich unentschieden lassen.

Eine Gerinnung, wie sie das Blut mancher wirbellosen Thiere, z. B. das Blut des Flusskrebses [2]) zeigt, wird bei Phascolosoma nicht beobachtet. Lässt man das Blut in einem Uhrgläschen längere Zeit stehen, so tritt eine Scheidung in eine obere ungefärbte, körperchenfreie flüssige Schicht und in einen burgunderroth gefärbten Bodensatz von zelligen Elementen ein. Diese Beobachtung lehrt uns zweierlei, nämlich erstens, dass der Farbstoff nicht der Flüssigkeit, sondern den zelligen Elementen anhaftet, und zweitens, dass letztere ein grosses Senkungsvermögen besitzen, also specifisch schwerer als das Serum sind.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der morphotischen Bestandtheile. Keferstein [3]) führt bei Phascolosoma elongatum ausser den scheibenförmigen kernhaltigen Blutkörperchen, die unser Hauptinteresse in Anspruch nehmen, als Bestandtheile der Leibesflüssigkeit noch an: maulbeerförmige Klümpchen, welche aus 0,004 bis 0,006 Mm. grossen gleichmässigen Körnern bestehen, sowie 0,008 Mm. grosse fettartig glänzende Körner und endlich Eier.

---

1) Ueber die Gewebe des Flusskrebses. Müller's Archiv 1857. p. 511.
2) Haeckel, l. c.
3) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII. p. 44. Taf. IV, Fig. 9.

welch' letztere bekanntlich in allen Entwickelungsstadien in der Leibeshöhle der Sipunculiden gefunden werden. Meine Beobachtungen ergeben folgende Bestandtheile: 1) die scheibenförmigen Blutkörperchen (Fig. 1 bis 6); 2) zwei Arten contractiler Zellen, welche den Blutkörperchen anderer wirbelloser Thiere und den farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere zu vergleichen sind (Fig. 7 u. 8); 3) die von Keferstein erwähnten maulbeerförmigen Haufen glänzender Kügelchen, deren Ursprung und Bedeutung mir nicht klar geworden ist und in Betreff welcher ich auf die Abbildung Fig. 9 verweise; 4) Haufen feinkörniger Zellen, die den Lymphkörperchen der Säugethiere sehr ähnlich sehen, aber nie einzeln vorkommen, und endlich 5) Eier in allen Entwicklungsstadien.

Die unter 1 genannten scheibenförmigen Blutkörperchen bilden die überwiegende Menge der morphotischen Bestandtheile der Leibesflüssigkeit. Bringt man einen Tropfen der letzteren unter das Mikroskop, so sieht man hier ein eben solches Gedränge zelliger Elemente, wie in einem Tropfen Wirbelthierblutes. Die scheibenförmigen Körperchen nehmen das ganze Gesichtsfeld so vollständig ein und liegen so dicht gedrängt, dass kaum ein leerer Raum zwischen ihnen wahrzunehmen ist und man genöthigt wird, behufs genauerer Untersuchung sich der bekannten Rindfleisch'schen Methode zu bedienen. Wir haben es hier also mit einer Flüssigkeit zu thun, die mindestens den Zellenreichthum des Amphibienblutes aufzuweisen hat.

In ganz frisch entleertem Blute erscheint die überwiegende Mehrzahl dieser zelligen Elemente als kreisrunde, scharfcontourirte, scheinbar vollständig homogene und farblose Gebilde. Dass dieselben keine Kugeln sind, davon überzeugt man sich leicht, wenn man einen Flüssigkeitsstrom im Präparate anregt. Die Zellen präsentiren sich dann bald von der Fläche als Kreise, bald von der Kante als schmale elliptische Gebilde ohne centrale Depression (Fig. 1a u. b). Ihre wahre Gestalt ist also die einer kreisrunden Scheibe. Schon in ganz frischem Blute trifft man aber nicht selten auf elliptische Scheiben, fast von der Gestalt der Froschblutkörperchen (vergl. Fig. 1 a u. Fig. 4). Was sodann schon an frischem Blute, noch mehr aber an solchem, das durch Druck des Deckgläschens heftig insultirt wurde, auffällt, ist, dass die runden Scheiben sehr auffallende Grössendifferenzen zeigen [1]). Es kommen

1) 0,0162 bis 0,0252 Mm. im Durchmesser.

in demselben Tropfen kleine neben doppelt so grossen vor. Dieses auffallende Verhalten erklärt sich leicht aus den physikalischen Eigenschaften unserer Blutkörperchen. Sie sind sehr elastisch und zwar in solchem Grade, dass sie sich auf Druck des Deckgläschens oft zu grösseren unregelmässigen Gestalten abplatten und beim Nachlassen des Druckes wieder ihre ursprüngliche Form annehmen. War der Druck zu gross, so beobachtet man Zerfallen des Blutkörperchens meist in 2 bis 3 Stücke, und jedes derselben kann dann wieder eine scheiben- oder kugelförmige Gestalt annehmen. Diese Gebilde stellen dann die kleinen Blutkörperchen dar, die deshalb besonders häufig in unvorsichtig behandeltem Blute sich finden. In diesem kommen dann auch nicht selten zahlreiche andere unregelmässige Formen vor: birnförmige (s. Fig. 4 b), halbkuglige, bohnenförmige Körperchen sind hier oft zu finden.

Bei der Theilung eines Blutkörperchens durch Drücken des Deckglases und Formirung neuer kleinerer aus den Theilstücken überzeugen wir uns zugleich davon, dass von einer Zellmembran hier keine Rede sein kann. Man beobachtet bei dem Zersprengen des Körperchens keine Membranfetzen, aus denen etwa der Inhalt hervorquillt; vielmehr formiren die Theilungsprodukte sich vom Neuen zu kugelförmigen oder scheibenförmigen Gebilden, die dann eben wieder so scharf contourirt sind, wie die normalen Blutkörperchen. Alles dies weist darauf hin, dass wir es hier mit membranlosen elastischen Gebilden zu thun haben etwa von der Consistenz der rothen Blutzellen des Frosches.

Während somit die Existenz einer Membran geleugnet werden muss, verhält es sich anders mit der Frage, ob diesen scheibenförmigen Gebilden ein Kern zukomme. Im frischen Zustande ist zwar bei flüchtiger Betrachtung nichts daran zu sehen; allein, hat man sich einmal durch Anwendung von Reagentien von der Existenz eines Kernes überzeugt, so gelingt es auch an ganz frischem Blut einen solchen als feinen matten Kreis fast innerhalb jeder der stark glänzenden scharf contourirten Blutscheiben wahrzunehmen (vergl. Fig. 1 a). Eine genauere Betrachtung ergiebt, dass der Kern nicht das einzige Formelement innerhalb eines solchen Blutkörperchens ist. Man bemerkt ausserdem in jedem derselben ein kleines rundes oder elliptisches oder eckiges stark glänzendes Korn. Es liegt meist in der Nähe des Randes einer jeden Blutscheibe und, wie man sich beim Rollen derselben überzeugt, immer dicht unter ihrer Oberfläche.

In allen von mir angewandten Reagentien, in Wasser, Alkohol, Essigsäure und Kalilauge erhielt es sich unverändert. Ueber die Bedeutung dieses so constant vorkommenden Gebildes vermag ich nichts auszusagen.

Beobachtet man ein Blutpräparat, das gegen Verdunstung nicht geschützt wurde, einige Zeit nach der Anfertigung, so sieht man an den meisten der scheibenförmigen Zellen charakteristische Veränderungen auftreten. Die am wenigsten veränderten Körperchen zeigen längs des Scheibenrandes eine leichte Kerbung (Fig. 2 a), und von diesen Formen aus finden sich die mannigfachsten Uebergänge zu den am meisten veränderten, welche zahlreiche unregelmässige Einbuchtungen erkennen lassen (Fig. 2b). Alles dies erinnert sehr an die analogen Veränderungen der Säugethierblutkörperchen unter denselben Bedingungen, nur dass bei letzteren die Oberfläche der Körperchen mit spitzen Fortsätzen besetzt ist, während bei Phascolosoma dieselben stumpf und unregelmässig sind. Ich stehe demnach nicht an, auch die hier vorliegenden Veränderungen dem Einflusse der Verdunstung zuzuschreiben und auf eine Wasserabgabe der Blutkörperchen an das umgebende Medium zu beziehen.

Machen wir dagegen das letztere dünnflüssiger, so sehen wir nun an den scheibenförmigen Zellen ganz analoge Veränderungen eintreten, wie an den rothen Blutkörperchen der Säugethiere auf Wasserzusatz: die Scheiben schwellen zu regelmässigen Kugeln an, in deren Innerem nun der Kern als kugliges Gebilde meist mit homogenem oder höchstens feinkörnigem Inhalte sehr deutlich erkannt wird. Neben dem Kern erscheint das oben erwähnte Körnchen sehr deutlich (vergl. Fig. 3). Dass schon ein geringer Grad der Verdünnung genügt, um die Blutscheiben in Kugeln zu verwandeln, beweist der Umstand, dass bereits Zusatz einer geringen Menge $^1/_2$procentiger Kochsalzlösung denselben Erfolg hat.

Auch Essigsäure macht hier die Kerne sehr deutlich (Fig. 5 a bis c). Sie bewirkt anfangs in jedem Blutkörperchen einen starken körnigen Niederschlag, der bei weiterer Einwirkung dieser Säure sich jedoch schnell wieder löst. Der Grenzcontour des Blutkörperchens erhält sich dabei so scharf wie im unveränderten Zustande; dagegen werden die Lichtbrechungsverhältnisse des Inhalts andere, indem die Scheiben ihren Glanz verlieren.

Das Verhalten der Blutscheiben gegen Kalilauge ist verschieden, je nachdem man dieselbe im concentrirten Zustande unmittelbar auf

die Blutkörperchen einwirken lässt, oder sie der Wirkung verdünnter Kalilauge aussetzt. Im ersteren Falle behalten die Blutkörperchen ihre Gestalt unverändert; es entsteht nur ein grobkörniger Niederschlag in ihnen. Anders gestalten sich die Erscheinungen bei Einwirkung des verdünnten Reagens. Man beobachtet in diesem Falle, dass die Blutscheibchen zuerst eckig und zwar meist drei- oder viereckig werden; dann schmelzen die spitz ausgezogenen Ecken ein, sodass nun ein kugliges bedeutend kleineres Körperchen daraus resultirt; schliesslich verblassen sie plötzlich, und es bleibt nur ein äusserst zarter Kreis mit feiner trüber Masse im Innern zurück als letzte Andeutung des Körperchens. Vom Kern ist dann nichts mehr zu sehen, während das glänzende Körnchen sich unverändert erhält.

Auf Zusatz von Alkohol zum Blut von Phascolosoma entsteht ein massiger weisser Niederschlag, welcher wohl aus einem grossen Gehalt des Blutes an Eiweiss zu erklären ist. Unter dem Mikroskop sieht man dem entsprechend neben den abgeblassten Blutkörperchen reichliche körnige Massen (Fig. 6).

Wie oben erwähnt wurde, sind es die eben ausführlich beschriebenen zelligen Elemente, welche die Flüssigkeit färben, und wurde dies auch schon von Keferstein erkannt [1]). Bei starken Vergrösserungen namentlich frisch entleerten Blutes erscheinen allerdings die betreffenden Gebilde fast farblos; allein bei Anwendung eines schwachen Systems überzeugt man sich bald, dass alle scheibenförmigen Bluttkörperchen matt gelblich tingirt sind, und dieses Gelb wird sehr deutlich, wenn man von bereits dunkel burgunderroth gewordenem Blute nimmt.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung des zweiten Hauptbestandtheils des Blutes, nämlich der contractilen Zellen. Dieselben finden sich in viel geringerer Menge und steht ihre Anzahl zur Menge der scheibenförmigen Körperchen etwa in demselben Verhältniss, wie die Zahl der farblosen Blutkörperchen des Frosches zu der der gefärbten desselben Thieres. Uebrigens ist dies Zahlenverhältniss auch bei Phascolosoma durchaus kein constantes. Bemerkenswerth erschien mir die Beobachtung, dass bei kleinen Individuen derselben Species die Zahl der contractilen Elemente der der scheibenförmigen Körperchen kaum nachstand. Uebrigens sind die bis jetzt hier im Allgemeinen als contractile Zahlen bezeichneten

1) l. c. p. 44.

Formelemente in zwei scharf getrennte Arten zu scheiden. Die erste Art (Fig. 7) zeigt einen kugligen, körnigen Zellkörper[1]), der bald im Bereiche seiner ganzen Peripherie, bald nur nach einer Seite hin ziemlich starre hyaline unverästelte Fortsätze aussendet, deren Länge und Gestalt langsam wechseln. Es können diese Fortsätze an einer Seite eingezogen werden, um an einer anderen Stelle wieder zu erscheinen; nie aber gehen diese Veränderungen rasch von Statten. Ein runder Kern ist in einigen der betreffenden Zellen ohne Weiteres wahrzunehmen, in anderen Fällen wird er durch Reagentien deutlich und scheint in keinem Falle zu fehlen, obwohl er nicht selten selbst bei Wasserzusatz durch den körnigen Inhalt verdeckt bleibt (Fig. 7c). Letztere Flüssigkeit bringt eine geringe Quellung der Grundsubstanz hervor, wobei die feinen Fortsätze eingezogen werden und stellenweise sich ein hyaliner Saum von der körnigen Masse abhebt. Die eben beschriebenen Zellen finden sich oft zu mehreren neben einander im Gesichtsfelde und zeichnen sich durch eine grosse Klebrigkeit aus. Sie bleiben gern am Objektträger oder Deckgläschen haften, sodass sie selbst bei starken Strömungen im Präparate unverändert ihren Platz behaupten und sich nur durch ihre eigenen Bewegungen langsam auf dem Glase hinschieben.

Die klebrige Beschaffenheit der Oberfläche besitzt auch die zweite Art der contractilen Zellen im Blute von Phascolosoma. Auch bei diesen können wir wieder hyaline contractile Grundsubstanz und eingebettete Körner unterscheiden. Die erstere Substanz ist hier aber nicht zu einer Kugel zusammengeballt, aus der feine Fäden hervorragen, sondern plattenförmig ausgebreitet[2]) und enthält in den meisten Fällen ziemlich grosse stark glänzende Kügelchen, die meist in einfacher Schicht innerhalb des flach ausgebreiteten Protoplasma liegen (Fig. 8). Nach dem optischen Verhalten zu schliessen sind diese Kügelchen Fetttröpfchen, welche Annahme um so wahrscheinlicher wird, wenn man weiss, dass Ehlers[3]) im Blute des verwandten Priapulus einen grossen Fettreichthum nachgewiesen hat. Ausser diesen mit glänzenden Körnchen erfüllten

1) 0,009 bis 0,0108 mm. im Durchmesser.

2) Diese Platten können nach einer Seite hin bis 0,045 mm. lang werden bei einer Breite von nur 0,0054 mm.

3) Ueber die Gattung Priapulus. l. c. 222.

Platten, in denen man fast immer mehr weniger deutlich einen Kern erblickt, kommen deren nur mit spärlichen oder fast ohne jedes Körnchen vor. Die Bewegungserscheinungen sind aber bei beiden Formen dieselben. Die Platte sendet feine Spitzchen an den verschiedensten Stellen aus und verändert, wenn auch langsam, ihre Form zu den allerverschiedensten Gestalten (vergl. Fig. 8a bis c). Die gewöhnlichste dieser Formen ist die Fig. 8a abgebildete. Eine fernere sehr charakteristische ist Fig. 8b dargestellt. Diese lässt sich im Allgemeinen der Form eines Champagnerglases ohne Fuss vergleichen; der zugespitzte Theil enthält keine Körner, sondern ist ganz hyalin. Zuweilen beobachtet man auch Theilungen dieser Zellen und scheinen diese gerade zur Entstehung der zuletzt erwähnten Formen Veranlassung zu geben, indem man vor dem Reissen des verbindenden Protoplasmas dasselbe sich wie eine zähe schleimige Substanz erst zu einem feinen Faden ausziehen sieht.

Was schliesslich die Bedeutung dieser beiden Arten von contractilen Zellen betrifft, so bin ich geneigt, dieselben als farblose Blutkörperchen aufzufassen und sie mit den farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere zu vergleichen. Dass sie sich wie zwei verschiedenen Gastalten präsentiren, kann nichts Auffallendes haben, da ja auch bei den Wirbelthieren ganz analoge Verhältnisse beobachtet sind.

II. Eine Beobachtung über Flimmerbewegung.

Eine der häufigeren Ascidien bei St. Vaast ist die interessante Perophora, deren zarte verästelte Stöckchen man überall am Ebbestrande unter Steinen und an Algen findet. Die Kleinheit und Durchsichtigkeit der am Ende der Aestchen stehenden Einzelthierchen macht gerade diese Ascidie zu einem besonders geeigneten Objekt, sich über den Bau dieser so interessanten Thierklasse zu unterrichten. Als ich nun zu diesem Zweck dieselben unter dem Mikroskop betrachtete, fiel mir alsbald eine merkwürdige Erscheinung auf, die an den lebhaft flimmernden Kiemenspalten wahrzunehmen war. Zum besseren Verständniss derselben sei es mir jedoch gestattet, erst kurz das Flimmerepithel der betreffenden Kiemenspalten zu schildern.

Eine jede Spalte des Kiemensacks einer lebenden Perophora zeigt eine lebhafte wellenförmige Wimperbewegung, die stets nach derselben Richtung hin thätig ist und zwar an der einen Seite der Spalte hinaufgeht, um an der anderen herunter zu laufen. An solch frischen unversehrten Thieren sieht man nun die lebhaft

schwingenden Cilien einem schmalen feinkörnigen Stratum von 0,0045 mm. Dicke aufsitzen, in welchem man jetzt keine weitere Differenzirung erkennt. Das Einzige, was man wahrnimmt, ist, dass jenes Stratum sich durch einen hellen homogenen Saum gegen die 0,0162 mm. langen Cilien abgrenzt. Hat dagegen die Flimmerbewegung aufgehört, stehen die Haare starr, mit ihrer Spitze die Mitte der Kiemenspalte erreichend und so also einen gitterförmigen Verschluss derselben herstellend, so erkennt man nun deutlich, dass die feinkörnige mit Basalsaum versehene Lage aus einer Schicht breiter niedriger Zellen besteht, deren jede einen elliptischen Kern ohne Kernkörperchen beherbergt. Figur 10 stellt ein Stück des beschriebenen Wimperepithels im starren Zustande dar und macht eine genauere Beschreibung überflüssig. Die Basis dieser Flimmerzellen grenzt aussen jedesmal an einen Blutsinus, in welchen sich zahlreiche Blutkörperchen, den Impulsen der Herzcontractionen folgend, umherbewegen.

Wenn man nun eine ganz frische Perophora mit möglichster Vorsicht auf den Objektträger bringt und die Flimmerbewegung an den eben beschriebenen Kiemenspalten beobachtet, so sieht man dass bei zufälligen Erschütterungen des Arbeitstisches und Mikroskops jedesmal mit blitzähnlicher Schnelligkeit jede Spur von Cilien aus den Kiemenspalten verschwindet. Eine genauere Beobachtung ergiebt, dass sich auf dem oben beschriebenen hellen Basalsaum nun noch ein zweiter niedriger Saum befindet, aus welchem kurze Zeit nach dem Stosse sich ein Härchen nach dem anderen rasch erhebt, dass die letzteren einen Augenblick gerade ausgestreckt verharren, um sodann ihr lebhaftes Flimmerspiel von Neuem zu beginnen. Auf jede Erschütterung des Objektes, wie man sie z. B. durch Klopfen auf den Arbeitstisch am bequemsten hervorruft, legen sich also die Haare plötzlich nieder und zwar in der Richtung der normal vorhandenen Cilienbewegung, verharren in diesem Zustande wenige Secunden, um sich dann wieder gerade aufzurichten und nun erst ihre gewöhnliche Bewegung wieder zu beginnen. Man könnte meinen, dass man es hier mit einer passiven Bewegung zu thun habe, dass die Cilien vielleicht durch Flüssigkeitsströmungen in Folge der Erschütterung oder dergleichen umgelegt würden. Allein hiergegen sprechen gewichtige Gründe. Es finden sich Kiemenspalten, auf deren einen Seite die Cilien schon starr stehen, während sie auf der anderen noch munter schwingen. Klopft man auf den Tisch,

so legen sich nur die lebhaft schwingenden Wimperhaare nieder, während die anderen starr bleiben. Dass jenes Niederlegen der Wimperhaare in der That ein vitaler Act ist, geht vor Allem aus dem Umstande hervor, dass bei öfterer Wiederholung des Versuches derselbe sehr bald nur noch schlecht und auf äusserst starkes Klopfen und endlich gar nicht mehr gelingt. Dabei können aber die Cilien selbst noch ganz munter weiter schwingen. So verhalten sich die Thiere gewöhnlich am zweiten Tage der Gefangenschaft. Dagegen schlägt das Experiment nie fehl an frisch gefangenen Exemplaren, obwohl auch an diesen einige Spalten weniger empfindlich zu sein scheinen, als andere.

Ist nun aber auch eine von aussen kommende Einwirkung bei diesem Experiment ausgeschlossen, so liesse sich doch noch denken, dass möglichenfalls Gebilde muskulöser Natur sich an jenem Vorgange betheiligten. Es könnte ja auf reflectorischem Wege jener Reiz auf die Muskeln der Körperhülle übertragen werden und durch deren Bewegung auf eine freilich nicht näher definirbare Weise der Tetanus der Flimmerzellen, wie wir jene Erscheinung wohl nennen können, mit veranlasst werden. Diese Meinung könnte sich auch auf wirkliche Beobachtungen stützen, da man in der That bei willkürlichen Contractionen der Tunica interna (Muskelschicht) des Thieres zuweilen dasselbe Niederlegen der Cilien wahrnimmt, wenn nicht andrerseits plötzliche Erschütterung des Thieres, wie oben erwähnt, denselben Erfolg hätte, ohne dass eine Muskelbewegung dabei beobachtet wird. Es beweist diess also nur, dass es gleichgültig ist, von welcher Seite die Erschütterung kommt, ob sie von Bewegungen des Thieres ausgeht oder ausserhalb desselben entstanden ist; in beiden Fällen tritt Tetanus der Flimmerzellen ein. An einen direkten Zusammenhang der Wimperzellen mit Muskelfasern ist auch nicht zu denken, da an den Kiemenspalten der Ascidien bekanntlich keine muskulösen Elemente vorkommen und würde überdies in diesem Falle der Mechanismus der Erscheinung vollständig unklar bleiben. Es bleibt somit keine andere Annahme übrig, als dass entweder die Flimmerzellen selbst mechanisch reizbar sind, auf Erschütterung in Tetanus verfallen oder, dass feine, anatomisch bis jetzt nicht demonstrirbare Nervenfäserchen zu ihnen verlaufen, die auf reflectorischem Wege erregt einen Tetanus der betreffenden Flimmerzellen auslösen. Welche von beiden Annahmen vorzuziehen ist, kann nur auf experimentellem Wege mit Hülfs-

mitteln, die mir in St. Vaast nicht zu Gebote standen, entschieden werden. Jedenfalls ist die Thatsache an sich interessant genug, um eine Mittheilung zu rechtfertigen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XV, 2.

Sämmtliche Figuren sind bei Anwendung von System F, Ocular II eines Zeis'schen Mikroskopes gezeichnet.

Fig. 1. Farbige Blutkörperchen aus dem frisch entleerten Blute von Phascolosoma elongatum. a von der Fläche, b von der Kante gesehen.

Fig. 2. Dieselben aus eintrocknendem Blute, mit zackigen Rändern.

Fig. 3. Farbige Blutkörperchen aus verdünntem Blute. Sie sind zu Kugeln angeschwollen, der Kern ist jetzt sehr deutlich.

Fig. 4. Eigenthümliche Formen von farbigen Blutkörperchen aus frischem Blut.

Fig. 5. Farbige Blutkörperchen nach Behandlung mit Essigsäure. a bei Einwirkung sehr verdünnter, c nach Application concentrirter Essigsäure.

Fig. 6. Blutkörperchen aus mit Alkohol behandeltem Blute.

Fig. 7. a u. b. Kuglige körnige farblose Blutzellen mit einfachen hyalinen beweglichen Fortsätzen aus dem frischen Blut von Phascolosoma. c nach Verdünnung des Blutes mit Wasser.

Fig. 8. Eine zweite Art farbloser contractiler Zellen mit Körnchen im Innern aus demselben Blute.

Fig. 9. Eigenthümlicher Haufen glänzender Kügelchen aus demselben Blute.

Fig. 10. Stück des Flimmerepithels einer Kiemenspalte von Perophora im starren Zustande.

Zur Entwickelungsgeschichte und systematischen Stellung der Bryozoen und Gephyreen.

Von

A. Schneider.

Hierzu Taf. XVI und 4 Holzschnitte.

I. Cyphonautes.

Cyphonautes wurde 1832 von Ehrenberg[1]) entdeckt im Ostseewasser, welches ihm von Kiel nach Berlin geschickt war. Obgleich ihm nur zwei Exemplare zu Gebote standen, hat er die Organisation desselben sehr richtig erkannt. Dass ihn Ehrenberg zu den Räderthieren stellte, war vollkommen erklärlich, da man damals Wimperkreise nur bei Räderthieren kannte.

Cyphonautes scheint in allen Meeren überaus häufig vorzukommen und ist gewiss schon oft beobachtet worden, aber nur selten findet man ihn in der Litteratur erwähnt, da wahrscheinlich die meisten Forscher diesem merkwürdigen Wesen rathlos gegenüber gestanden haben. Joh. Müller[2]) beschrieb ihn zuerst wieder und glaubte ihn mit der Mitraria vergleichen zu können, einer Larvenform, welche er ebenfalls für äusserst räthselhaft erklärte, die er aber geneigt ist, zu den Anneliden zu rechnen. Semper[3]) dagegen glaubt, dass sich Cyphonautes zu einem Lamellibranchiaten entwickle und zwar, nachdem er seine Schaale abgeworfen. Aus Semper's sehr kurzer Mittheilung lässt sich nicht mit Sicherheit entnehmen, wie weit seine Ansicht auf directer Beobachtung beruht. Obgleich

---

1) Abhandlungen der Acad. d. Wissenschaften zu Berlin aus d. Jahr 1833 p. 201 u. d. Infusionsthiere als vollkommene Organismen etc. pag. 395.

2) Müllers Archiv 1854. S. 94.

3) Bulletin de l'Acad. roy. d. Belgique 1867 S. 353.

bei der von mir sicher beobachteten Metamorphose die Schaale anfangs nicht abgeworfen wird, so könnte dies doch bei andern Species von Cyphonautes vorkommen und diese Beobachtung Semper's richtig sein. Eine Verwandlung in einen Lamellibranchiaten findet aber gewiss niemals statt. Semper's Ansicht wurde von Claparède[1]) mit Beifall aufgenommen. Eine Metamorphose des Cyphonautes beobachtet er zwar nicht, aber schon sein Bau schien ihm vollständig ähnlich mit dem eines Muschelembryo. Die genannten Forscher haben die systematische Stellung, wie die definitive Gestalt des Cyphonautes nicht erkannt, er entwickelt sich vielmehr zu einem Bryozoon und zwar zu Membranipora pilosa.

Zum Verständniss der Entwickelungsgeschichte wird es nöthig sein, den Bau des Cyphonautes zu schildern. Der Körper hat die Gestalt einer seitlich stark zusammengedrückten Glocke (Taf. XVI Fig. 1 und 10). Die Spitze derselben betrachte ich als das Vorderende, da sie beim Schwimmen auch immer nach vorn gerichtet ist. Im Grunde der Glockenhöhle liegt die Mundöffnung, während die Glockenhöhle selbst nur eine Art Vorhof darstellt. Die Wandung der Glocke ist die Körperwand, welche also aus 2 Blättern zusammengesetzt ist, dem äusseren und dem inneren oder Vorhofsblatt, die in dem Rande der Glockenöffnung zusammenstossen; der Körper wird nach aussen von einer, oder, wenn man will, zwei Schaalen bedeckt, welche denselben dreieckigen Umriss wie der Körper besitzen. Sie verbinden sich längs der einen Körperseite in ihrer ganzen Länge in einem Rand, den wir Schlossrand nennen wollen. Die beiden andern Ränder der Schaale sind frei, den einen werden wir »Hinterrand«, den andern »Darmrand« nennen. Am Darmrand biegen sich die Schaalen nach der Mittellinie des Körpers in einer scharfen Ecke um, so dass sich die Schaalen an dieser Stelle wie Zangen berühren. Am Vorderende sind die Dreiecksspitzen der Schaalen winklich ausgeschnitten und es tritt dort der Körper in Gestalt eines Knopfes hervor, welcher mit einem Kranz von Wimpern besetzt ist, die ich aber niemals in Bewegung gesehen habe. Der Mund (Fig. 1 und 10, o) ist gewöhnlich — durch einen Sphincter — geschlossen und öffnet sich nur auf Augenblicke. Ein enger Darm läuft gerade nach hinten, um sich noch innerhalb des Vestibulum in dem After zu öffnen (Fig. 1 und 10, a).

---

1) Beobachtungen über Anatomie und Entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie. Leipzig 1862. S. 107.

Am Hinterende des Schlossrandes (Fig. 1 und 10,b) liegt ein kegelförmiges Organ noch in der Leibeshöhle aber stark in den Vorhof vorragend. Von der — nach vorn gerichteten — Spitze des Kegels gehen mehrere Fasern nach dem Vorderende des Thieres, um sich an eine Zellmasse anzusetzen, welche den obenerwähnten bewimperten Knopf ausfüllt. Die zuckenden Bewegungen des Kegels berechtigen zu der Annahme, dass diese Fasern zum Theil wenigstens Muskeln sind. Die frei nach der Mündung des Vorhofs vorstehende Basis des Kegels ist tief ausgehöhlt und mit Wimpern besetzt. In ihrem Grunde liegt ein kurzer zungenförmiger, längere Wimpern tragender Fortsatz, welcher vorgestreckt werden kann. Die Basis des Kegels umsäumt eine Wimperschnur, deren Verlauf sich nicht mit Sicherheit verfolgen lässt. Sie umgiebt den Kegel seitlich und am Schlossrande vollständig, aber nach dem Darmrand zu biegt sie nach Innen, ob sich aber hier der Kranz schliesst oder ob die Wimpern in dem allgemeinen Wimperbesatz der Kegelbasis übergehen, konnte ich nicht ermitteln. Die Substanz des Kegels scheint aus säulenartigen Körpern (Muskelzellen?) zusammengesetzt, welche von dem Kegelmantel nach der Basis zu verlaufen.

Eine vollständig geschlossene Wimperschnur umgiebt aber die Afteröffnung. Zunächst umsäumt sie den Rand des Vorhofs von seiner Mitte bis zum Darmrand und vereinigen sich hier hufeisenförmig beide Seiten. In der Mitte des Vorhofrandes tritt die Wimperschnur, indem sie gleichzeitig einen kleinen nach dem Darmrand gerichteten Wimpel bildet, in das Innere des Vorhofs, zieht mit einer gestreckt Sförmigen Windung nach vorn und wendet sich dann nach dem Darmrand, wo sie sich mit der von der andern Seite kommenden vereinigt. Das kurze Stück des Vorhofrandes zwischen dem kegelförmigen Organ und dem Wimperkranz ist ebenfalls bewimpert. Auch der Vorhof selbst ist namentlich nach dem Munde zu mit Wimpern besetzt, durch deren Spiel sich Bissen bilden, die schliesslich verschluckt werden.

Das Vorhofsblatt der Leibeswand enthält quere Fasern, wahrscheinlich Muskeln, auch sind zwischen den beiden Blättern des Leibes einzelne Fasern ausgespannt. Die Leibeswand scheint nicht gleichmässig an der Schaale angewachsen zu sein, sondern nur an gewissen Punkten, die man besonders deutlich sieht, wenn man die Schaale künstlich öffnet. Leider habe ich von diesen Anwachsstellen keine Aufzeichnungen gemacht. Eine derselben ist besonders deut-

lich auch ohne Oeffnung der Schaale, sie liegt an der vordern Umbiegung der Afterwimperschnur (Fig. 1 und 10 m). Es setzt sich dort ein Bündel von Fasern an, möglicherweise Muskelfasern.

Noch ist ein räthselhaftes paarig vorhandenes Organ (Fig. 1 und 10 n) zu erwähnen, von elliptischem Umriss flach jederseits zwischen dem oben erwähnten Ansatzpunkt und dem Darmrande mit seiner Längsaxe schief zur Längsaxe des Thieres gelegen. Nach Claparède fehlt es bei jüngeren Thieren [1]). Claparède betrachtet dasselbe als einen Schliessmuskel und schreibt ihm eine entsprechende Struktur zu, es soll aus kurzen parallelen Säulen bestehen, deren Querschnitte sich bei der Flächenansicht leicht als Kreise erkennen lassen. Ich habe mich dieser Angaben, als ich das Thier beobachtete, nicht erinnert, und bedaure das umsomehr, als mir dieses Organ ganz anders, nämlich vielmehr solid und nur von vielen feinen Kanälen durchsetzt, erschien. Spätere Beobachtungen mögen zwischen unsern Ansichten entscheiden. Sicher aber ist der erwähnte Ansatzpunkt m, welchen Claparède als »Nebenschliessmuskel« bezeichnet und als gleichgebaut mit diesem grossen Organ betrachtet, davon auffallend verschieden. Auch kann, welches auch sein Bau sein mag, dieses Organ nicht als ein Schliessmuskel wirken. Der Schliessmuskel der Muscheln geht von einer Schaale zur andern, während hier zwei durch die Vorhofshöhle getrennte Organe vorhanden sind.

In der Nordsee kommen von Cyphonautes zwei, möglicherweise drei Spezies vor. Bis jetzt gilt meine Beschreibung für alle drei, allein nun muss ich die Unterschiede dieser Species erörtern. Die kleinste Species (Fig. 1) ist offenbar identisch mit Cyphonautes compressus Ehrbg. Ihr Körper hat ungefähr die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks, der Hinterrand der Schaale ist auf der Innenseite glatt. Diese Species allein ging während der Beobachtungszeit im August in eine Membranipora über. Die zweite Species (Fig. 10), welche eben so häufig als C. compressus vorkam, hat die Gestalt eines ungleichseitigen Dreiecks, die grösste Seite ist der Schlossrand, die kleinste der Afterrand, der Hinterrand der Schaale ist auf der Innenseite mit Höckern besetzt, die an den beiden Ecken kleiner sind und in mehreren Reihen stehen, in dem übrigen Theile des Randes längliche Wülste bilden und in einer Reihe stehen. Diese Species sowie die folgende gingen im August niemals in ein Bryozoon über, auch nicht

1) a. a. O. Taf. XVIII. Fig. 15.

im September als Herr Dr. Nitsche auf meinen Wunsch die Beobachtungen über den Cyphonautes fortsetzte. Viel seltner als diese beiden Species kam eine dritte (Fig. 11) vor, bei der das Dreieck gleichseitig, aber am Vorderrand in gleicher Weise wie bei der zweiten mit Höckern besetzt ist. Die Umrisse dieser Species habe ich genau mit der Camera gezeichnet. Niemals habe ich beobachtet, dass die Körpergrösse so wie die Dreieckswinkel dieser Species in einer erheblichen Weise sich verändert hätten. Claparède hat zwei dieser Species, ja vielleicht alle drei gesehen und richtig abgebildet, allein als Entwicklungsstufen einer einzigen Species gedeutet. Ich glaube, die eben angeführten Beobachtungen werden meinen verehrten Freund wohl von der Richtigkeit meiner Ansicht überzeugen.

Es gehen in den Cyphonautes während des Schwärmens allerdings Veränderungen vor, welche die folgende Metamorphose vorbereiten. Das von Claparède beobachtete Entstehen des schildförmigen Organs haben wir bereits erwähnt. Ausserdem treten allmählig Ablagerungen von Stoffen auf, welche den zuerst durchsichtigen Körper undurchsichtig machen; bei Cyphonautes compressus in der Gestalt von feinen Körnchen, bei den andern Species als Haufen fettartig conturirter Plättchen. Hält man solche Thiere in reinem Wasser, so werden die Stoffe aufgebraucht und der Körper wieder durchsichtig. Auch tritt bei diesen älteren Thieren am Hinterrande eine polyedrische Zeichnung auf, welche nach Claparède von einem Epithelium des Vestibulum herrühren soll. Ich selbst bin über die Deutung derselben ungewiss geblieben.

Wie wir bereits erwähnten, verwandelt sich Cyphonautes compressus in Membranipora pilosa. In dem ersten Stadium dieser Verwandelung (Fig. 2), welches ich beobachten konnte, hat der Cyphonautes seine Gestalt bereits erheblich verändert. Der Körper stellt einen flachen viereckigen Haufen dar. Die Schaale ist aufgeklappt, und bedeckt den Körper wie ein Schild. Von den Wimperschnüren, dem Darm, überhaupt von all den oben beschriebenen Organen ist nichts mehr sichtbar. An dem Hinterende ist der Körper in zwei symmetrisch liegende Zipfel ausgezogen; es sind zwei jener Anwachsstellen des Körpers an die Schaale, welche wir erwähnten. Am Vorderende findet sich jederseits eine kurze Einkerbung. Das Innere ist von einer scheinbar strukturlosen körnigen Masse erfüllt, in der man nur undeutlich einen oval abgegränzten Haufen unterscheiden kann. Einzelne Reste der Wimperschnur lagen noch an der Schaale.

Die Gestalt der Schaale bietet einen überraschenden Anblick dar. Sie hat sich nicht einfach aufgeklappt, sondern auch im Schlossrande gespalten. Die Schlossränder sind aber nicht in der Mittellinie liegen geblieben, sondern haben sich über einander geschoben, dass sie sich unter einem spitzen, nach vorn geöffneten Winkel, der von der Mittellinie genau halbirt wird, schneiden. Es tritt nun auch eine Eigenthümlichkeit der Schaale hervor, die man an dem freischwimmenden Cyphonautes kaum bemerkt. Wir erwähnten bereits, dass die Schaalen sich am Darmrande zangenartig zusammenbiegen. Längs dieser Biegung tritt nun eine scharf markirte, in einer regelmässigen Bogenlinie verlaufende Kante hervor. Ich habe zum bessern Verständniss (Fig. 2 a) eine einzelne Schaale abgebildet. Wenn man sich zwei derselben in Papier ausschneidet und die Bogenlinien darauf zeichnet, so wird man sich durch Aufeinanderlegen derselben leichter eine Vorstellung von der Entstehung der auf den ersten Blick räthselhaften Zeichnung machen.

In welcher Weise der freischwimmende Cyphonautes in das so eben beschriebene festsitzende Stadium übergeht, kann man sich ungefähr denken. Das Festsetzen wird wahrscheinlich stattfinden, so lange die Wimpern sich noch ganz oder theilweise bewegen. Denn sonst würden die Larven sich nicht, wie es sogar meist geschieht, an senkrechten Wänden festsetzen können. Es ist ferner wahrscheinlich, dass sie sich dazu des kegelförmigen Organes bedienen, welches seiner Struktur nach recht wohl als Saugnapf wirken kann. Vielleicht ist der runde Fleck, den ich soeben als im Innern des Körpers liegend beschrieben habe, als ein Rest desselben zu betrachten. Das Oeffnen der Schaale kann allein dadurch geschehen, dass die Glocke aus ihrer platten Gestalt in eine mehr runde übergeht. Dazu werden die Muskelbänder dienen, welche von der Spitze des kegelförmigen Saugnapfs nach der vordern Körperspitze verlaufen. Es lässt sich auch leicht denken, dass die Schaale bei diesen jedenfalls gewaltsamen Contractionen in ihrem Schlossrand zerspringt und die Stücke sich in der constanten und regelmässigen Weise über einanderlegen. Alle diese Vorgänge verlaufen jedenfalls sehr schnell, sobald die Larve ihre Reife erlangt und den passenden Ansatzpunkt gefunden hat.

Wie grosse Veränderungen der Körpergestalt das Aufklappen der Schaale hervorbringt, kann man ersehen, wenn man dies künstlich bewerkstelligt. Die Glockenhöhle — der Vorhof — verschwin-

det dann ganz, das kegelförmige Organ wird nach vorn bis vor die Mundöffnung gezogen.

Das Festsetzen des Cyphonautes habe ich in grossen und kleinen Gefässen, selbst in Uhrschälchen wiederholt beobachtet. Leider sind diese Züchtungsversuche mit grossen Schwierigkeiten verbunden, wie sie bei Züchtungsversuchen pelagischer Thiere sich immer wiederholen. Haben nämlich die Larven nicht bereits im freien Meere ihre vollkommne Reife erlangt, so entwickeln sie sich in der Gefangenschaft nicht weiter und man kann als Regel annehmen, dass die Metamorphose, wenn sie überhaupt geschieht, spätestens ungefähr in der sechsten Stunde der Gefangenschaft eingetreten sein muss. Die Larven leben zwar in der Gefangenschaft noch Tage lang weiter, aber verkümmern. Ein äusseres Kennzeichen der Reife lässt sich nicht auffinden, und so geschieht es, dass nur wenige von den isolirten Larven sich festsetzen. Die spätern Stadien kann man leicht am Leben erhalten und in ihrer weitern Entwicklung verfolgen.

Wenden wir uns wieder zu den thatsächlichen Beobachtungen der Entwicklung zurück. Der Körper des Thieres verliert nun vollständig Alles, was wenigstens noch entfernt an die Larvenstruktur erinnert, er stellt eine gleichmässige zellige Scheibe dar von der Gestalt einer Ellipse, deren grosser Durchmesser quer steht. Diese Scheibe umgibt sich mit einer zarten aber deutlich doppeltconturirten Membran. Die zur Bildung dieser Membran ausgeschiedne Substanz scheint sich aber auch zugleich auf die Cyphonautesschaale zu verbreiten. Es zeigt sich nämlich auf der Schaale ein elliptischer Ring von ähnlichen Umrissen wie die Scheibe, nur vor etwas grösseren Dimensionen, welcher sich während aller nun folgenden Metamorphosen des Körpers erhält und auch auf der Schaale festbleibt wenn man sie loslöst. Ich betrachte ihn als die Gränzlinie einer darauf ausgebreiteten festen durchsichtigen Substanz. Dass die Absonderung derselben erst nach der Oeffnung der Schaale vor sich gehen kann, folgt daraus, dass der Ring an dem freischwimmenden Cyphonautes fehlt und dass sein Contur ohne Unterbrechung über die sich theilweise deckenden Schaalen weggeht. Diese Absonderung verkittet die beiden Schaalen unter sich und mit der darunter liegenden Membranipora noch lange nach beendigter Entwicklung..

Die Zellscheibe ändert nun bald ihre Dimensionen, indem sie sich in der Querrichtung zusammenzieht und in der Längsrichtung ausdehnt, aber wieder einen elliptischen Umriss annimmt (Fig. 4)

Sobald die Scheibe diese definitive Gestalt angenommen hat, wird ihre Wand dicker und der Charakter der Bryozoenzelle tritt hervor. Die Kapsel verkalkt (Fig. 5) und nur der ovale Raum am Vorderende, dessen Durchmesser etwa den halben Durchmesser der Kapsel beträgt, bleibt unverkalkt. Die sogenannten Poren der Kalkwand verdienen diesen Namen nicht mit vollem Recht, es sind nur cylindrische oder schwach kegelförmige Vertiefungen, welche von Innen her in die Wand dringen. Es ist wohl möglich, dass ihre Decke unverkalkt bleibt. Die Mundöffnung fehlt anfangs noch. Dagegen treten die Stacheln schon früh auf und durchgängig auch zwei von den Punkten, an welchen später neue Individuen knospen, von denen weiter unten die Rede sein soll.

Ist die Schaale so weit fertig, so treten auch im Innern weitere Veränderungen auf. Die gleichmässig den Körper erfüllende Zellmasse beginnt sich zu differenziren. Im vordern Theil unter der weichbleibenden Mundfläche werden die Zellen heller, während im Hinterende sich ein eiförmiger kleiner Zellhaufen abgränzt (Fig. 5), an dessen vorderem Pole sich auch bereits eine kleine spitz auslaufende Höhle zeigt. Aus diesem Zellhaufen entsteht nun mit einem Male, ohne dass man Zwischenstufen bemerkt, der Tentakelkranz sowie der Darmtractus, an dem sich sogleich die drei Abtheilungen des Oesophagus, Magen und Mastdarm unterscheiden lassen (Fig. 6). Ebenso treten die Retractoren auf. Die eben erwähnte Höhle verlängert sich nach vorn und wird zur Tentakelscheide. Nach 48 Stunden hat sich aus dem Cyphonautes eine vollständige Membranipora pilosa gebildet, welche ihre Tentakel bereits vorstreckt.

Dies erste Individuum beginnt auch sogleich — fast noch ehe es fertig ist — Knospen zu treiben. Es geschieht dies bei M. pilosa an vier bestimmten Punkten, welche rechts, links, und in der Mittellinie der analen und abanalen Seite liegen [1]). Der Knospungspunkt der rechten

---

1) Die von Allman für die Bryozoen eingeführten Ausdrücke »neural« und »hämal« gehen von einem Vergleiche mit den Mollusken aus. Bereits Nitsche (Reichert und Du-Bois Archiv 1868 S. 466) hat die Mängel dieser Ausdrucksweise hervorgehoben. Ich erlaube mir dafür »anal« und »abanal« vorzuschlagen. Ich nenne ferner speciell bei Membranipora pilosa die Fläche, mit welcher sie aufgewachsen, die untere, das unverkalkte mit Stacheln umgebne Feld die obere Fläche. Die Körperwand des Thieres hat ungefähr die Gestalt eines schiefstehenden Cylinders, dessen Basen unsern Flächen entspre-

und linken Seite (Fig. 5 l) wird schon bei der Bildung der Schaale angelegt. In einem längsgestellten elliptischen Raume bleibt die Körperwand unverkalkt und weich. An diesen Stellen quillt nun ein Parenchym hervor, welches aus einer hellen Masse besteht, in der viele runde und geschwänzte Kerne oder Zellen vertheilt sind. Gleichzeitig tritt auch die Scheidewand auf, welche die Knospe von dem Stammthiere trennt. Man kann den Contur, in welcher sich dieselbe an der untern und Seitenfläche der Körperwand ansetzt, verfolgen. Sie verläuft auf der Seitenfläche in einiger Entfernung parallel mit der elliptischen Begränzung des Knospungspunktes (Fig. 7 q), und auf der untern Fläche ebenfalls als eine elliptisch gekrümmte Linie. Wie man sieht wird also durch die Scheidewand ein Theil der Schaale des Stammthieres mit für die Knospe abgetrennt. Bei dem weiteren Wachsthum geht dieses Stück in die Begränzungsfläche der Knospe über, während im Anfang die Knospe scharf gegen dieselbe abgesetzt war. Die weitere Ausbildung der Körpergestalt, sowie der innern Organe verläuft an der Knospe in ganz derselben Weise, wie wir dies oben von dem Stammthiere beschrieben haben. Ja die Knospen eignen sich noch besser zur Beobachtung dieses Processes, da sie in beliebiger Menge zu Gebote stehen, so dass man die brauchbaren auswählen kann. Dies ist unumgänglich nothwendig. Denn während an einigen Knospen die Kerne deutlich als Bläschen mit Kernkörper hervortreten, erscheinen sie am andern als einfache solide Körner. Das Parenchym der Knospen erinnert sehr an Bindesubstanz. Wie bei dieser kann man zweifelhaft sein, ob es aus Zellsubstanz mit eingestreuten dickwandigen Kernen oder aus Zellen mit reichlicher Intercellularsubstanz besteht. Alle Gewebe bilden sich aus diesen gleichen Zellen, indem sie z. B. zur Bildung der Tentakelkrone und des Darmtractus dicht an einander treten. An den Muskelfasern, deren Entwicklung ich nicht näher verfolgt habe, sieht man anfangs noch den Kern, welcher später verschwindet. Noch bevor die jungen Knospen Nahrung zu sich nehmen, findet sich im Rectum ein stark lichtbrechendes Concrement, welches Smitt[1]

chen, während wir an dem übrigen Theil — dem Cylindermantel — anale, abanale und laterale Seiten unterscheiden können. Ebenso glaube ich, sollte man den Ausdruck „Zelle" für den festen Theil der Leibeswand der Bryozoen vermeiden. Ich habe in Ermanglung eines bessern den Ausdruck Körperwand oder Schaale gewählt.

1) Öfversigt af K. Vet. Acad. Förhandl. 1865. S. 6 u. ff.

der es meines Wissens zuerst beobachtet und von Aetea truncata abgebildet hat, als Meconium bezeichnet. Indess habe ich auch an älteren Thieren einen ganz ähnlichen Körper im Rectum gefunden, so dass die Abscheidung desselben wohl fortzudauern scheint. Die Knospungsstelle der Analseite (Fig. 7a) tritt etwas später aber auch in allen Fällen auf, und bildet ebenfalls einen elliptischen aber quergestellten Raum. Der Kalk scheint zu diesem Behufe erst wieder gelöst zu werden. Die Scheidewandbildung und Differenzirung der Organe erfolgt in gleicher Weise wie bei den Seitenknospen. Beim ferneren Wachsthum tritt an der analen Knospe eine Aenderung in der Lage der Schaale des Stammes zu der der Knospe ein. Wir sahen, dass die anale Knospe auf der kugelförmig gewölbten Schaale mit einer schmalen Basis aufsitze, und da so wohl das Stammthier wie die Knospen zuerst einen elliptischen Umriss besitzen, so berühren sie sie sich sonst nicht. Allmählig nehmen aber beide mehr einen rechteckigen Umriss an und legen sich mit ihren Rändern dicht an einander. Der Analrand des Stammthieres verliert seine Wölbung und bedeckt vielmehr den Abanalrand seiner Knospe von oben (Fig. 9), während an den Seiten Knospe und Stammthier nur neben einander liegen. Zwischen an einander liegenden Individuen scheinen übrigens durch enge Röhren offne Verbindungen zu entstehen, wie dies von andern Bryozoen bereits bekannt ist[1]).

Alle Knospen, welche an der rechten, linken und analen Seite entstehen, wachsen gewöhnlich in derselben Richtung wie das Stammthier, alle ihre Theile sind in demselben Sinne gelagert. Nur darin findet ein Unterschied statt, dass der Magen und Mastdarm bald rechts bald links vom Oesophagus steht. Eine Regel scheint dafür nicht vorhanden. Die Knospen der abanalen Seite sind aber zum Stammthiere im entgegengesetzten Sinne gelagert und bilden auch alle neuen Knospen in diesem Sinne weiter. Die abanalen Knospen treten äusserst selten auf. Wenn sie aber auftreten, so treiben alle Individuen desselben Stockes, so weit dies möglich, abanale Knospen. Auch die lateralen Knospen können die Richtung des Wachsthums verändern, indem sie senkrecht zur Richtung des

1) Die Scheidewände der vier Knospen zeigt Fig. 8, welche zugleich in Verbindung mit Fig. 7 eine Darstellung des Baues der Membranipora pilosa giebt, und hoffentlich auch ohne nähere Beschreibung verständlich sein wird.

Stammthieres weiter wachsen, so an der Varietät von Membranipora pilosa, welche Smitt[1]) als catenularia beschreibt und abbildet.

Die Knospenbildung der Bryozoen ist ein so interessantes aber auch so weites Gebiet der Forschung, dass es die volle Kraft eines Menschen in Anspruch nimmt. Da ich nicht die Absicht habe, mich für jetzt weiter darin zu vertiefen, so will ich auch nicht eine Kritik der oben erwähnten Untersuchungen von Smitt, die so weit sie die rein morphologischen Vorgänge der Knospenbildung betreffen, wichtige Bereicherungen unsrer Kenntnisse enthalten. Die Knospenbildung der Membranipora pilosa ist von ihm auch nur flüchtig berührt. Was aber den histologischen Vorgang der Knospung und die Histologie von Membranipora überhaupt betrifft, so glaube ich sie richtiger dargestellt zu haben.

Noch einen Punkt in der Naturgeschichte der Membranipora pilosa muss ich aber berühren. Dieses Thier bietet, wie bereits Busk[2]) bemerkt und Smitt[3]) ausführlicher beschrieben hat, sehr viele Varietäten dar. Einmal ist die Grösse der Thiere sehr verschieden, dann der Grad der Durchsichtigkeit und die Farbe, welche bald schwärzlich bald hellbraun bis gelb ist, bald sind, wie schon erwähnt, an den Zellen der Knospen und der Erwachsenen die Kerne unsichtbar, bald überraschend deutlich. Vor allen aber wechselt die Grösse und Zahl der Stacheln, welche die sogenannte Mündung der Schaale umgeben. Der unpaare Stachel, welchen der sonst so genaue Busk irrthümlich für ein Vibraculum erklärt, kann ganz fehlen oder von einer winzigen Grösse bis zur Länge von 2 mm. vorkommen. Die Zahl der symmetrischen Stacheln wechselt von 0—4, ja selbst die Symmetrie ist mitunter nicht vorhanden. Mitunter stehen an der Stelle eines einzigen, zwei dicht neben einander. In jeder Colonie herrscht gewöhnlich ein solcher variabler Charakter vor, und erst nach längerem Suchen findet man auch die andern Varietäten in einzelnen Individuen vertreten. Die Gesetze der Knospung habe ich nur von solchen Colonien abgeleitet, welche sich rasenartig auf Algen, Ascidien und Muschelschaalen verbreiten, sollte aber Electra verticillata (Lamouroux), welche freistehende Stämme bildet, nur eine Varietät von Membranipora pilosa sein, so würde auch das Knospungsgesetz eine weitere Modification zulassen.

---

1) Öfvers. af kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. 1867. Taf. XX, Fig. 49.

2) A catalogue of marine Polyzoa, II. Bd. S. 56.

3) Öfversigt af kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. Taf. XX, Fig. 45–49.

Ueber die früheren Zustände des Cyphonautes wissen wir nichts. Da bei den marinen Bryozoen keine Fortpflanzung durch Statoblasten sondern nur durch Eier bekannt ist, so werden die Cyphonautes wohl auch Produkte der geschlechtlichen Fortpflanzung sein. Membranipora pilosa ist hermaphroditisch. Obgleich im August einzelne, offenbar ältere Colonien geschlechtsreif waren, gelang es mir jedoch niemals, Embryonen zu erhalten.

Es bleibt uns noch übrig, die Entwickelung der Membranipora pilosa mit der andrer Bryozoen zu vergleichen. M. pilosa besitzt, um es in Kurzem zu wiederholen, einen Embryo mit deutlich differenzirten Darmkanal, Muskeln und Vorhof. Diese Differenzirung geht verloren, es entsteht eine Zellscheibe, aus der durch eine zweite Differenzirung das Bryozoon sich bildet. Alle andern bis jetzt bekannten Embryonen von Bryozoen haben eine kugelförmige Gestalt und keine innere Organe. Insofern sie also keine so durchgreifende Rückbildung erleiden können, unterscheidet sich ihre Entwickelung von der des Cyphonautes. Aber sobald diese Embryonen sich festgesetzt haben, gehen sie in eine ganz gleiche Zellscheibe über und die folgenden Entwickelungs-Stadien sind bei allen Bryozoen gleich. Die Möglichkeit bleibt auch vorhanden, dass bei dem Uebergang von dem bewimperten kugelförmigen Embryo zur Zellscheibe eine, wenn auch weniger auffallende Umbildung des Körpers stattfindet.

Ovicellen habe ich bei Membranipora pilosa, obgleich ich grosse Mengen derselben untersuchte, nicht gefunden. Da auch, meines Wissens, andere Schriftsteller dieselben nicht erwähnen, so treten sie vielleicht niemals auf. Eine andere Species Membranipora Flemingii besitzt Ovicellen. Ihr Embryo, welchen ich selbst beobachtete, hat die gewöhnliche kugelförmige Gestalt, er liegt in der Ovicelle von einer festen dünnen Schaale umgeben. Es wäre weiter zu verfolgen, ob das Fehlen einer eigenen Ovicelle immer mit dem Auftreten der Cyphonautesform verbunden ist.

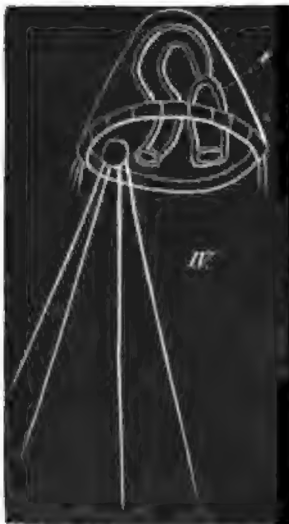
Mitraria.

Mitraria ist von Joh. Müller 1851 entdeckt worden. Trotz wiederholter Beobachtung gelang es ihm nie, ihre weitere Entwicklung zu verfolgen. Sie scheint äusserst selten zu sein und ist meines Wissens nur noch einmal beobachtet worden, und zwar von Claparède[1]), an der schottischen Küste.

---

1) Siebold und Kölliker Zeitschrift f. W. Z. Bd. X. S. 407.

Ich fand ein Exemplar, welches zu der ersten der drei von von J. Müller [1]) beschriebenen Species gehörte, bei Nizza im April. Dies Exemplar zeigte auf den ersten Blick eine etwas abweichende Gestalt. Der Körper war unregelmässig contrahirt und an der Basis der Kegels auf der Fläche, wo Mund und After münden, war ein zungenförmiger Fortsatz herausgestreckt. Ich vermuthete sofort, dass das Thier in einer Metamorphose begriffen wäre und entschloss mich, dasselbe in ein mit reinem Seewasser gefülltes Trinkglas zu setzen, in welchem es noch recht gut mit blossem Auge zu erkennen war. Ich durchmusterte nun den noch vorhandenen Auftrieb auf das sorgfältigste, ohne dass ich ein zweites Exemplar finden konnte. Nach mehreren Stunden untersuchte ich die isolirte Mitraria wieder. Es war eine grosse Veränderung damit vorgegangen. Aus der Mitraria war ein länglicher etwas zugespitzter Wurm (Fig. 12) entstanden. Einige Trümmer der Leibeswand — vielleicht nur des Wimperkranzes — so wie die grossen Stacheln lagen daneben. Ein gerader Darmkanal durchsetzte den Körper, sonst war an innern Organen nichts zu entdecken. Das breitere Ende des Körpers umstehen eine Anzahl — etwa 6 — kugelförmiger Gebilde (Tentakeln ?), welche eine grössere umschliessen. Der Körper ist nicht drehrund, sondern hat ungefähr die Gestalt eines Limax. Zu beiden Seiten der Sohle stehen symmetrisch in Anfangs gleichen, allmählich etwas kleiner werdenden Abständen 10 Bündel von je 2—3 feinen und langen Stacheln. Die symmetrisch liegenden Insertionspuncte der Bündel verbinden sich über den Rücken durch eine Querreihe sehr kurzer Stäbchen oder Stacheln.


Mitraria Coyra nach J. Müller.

Wie sollen wir uns die Entstehung des Wurmes aus der Mitraria vorstellen? Die Mitraria besitzt bekanntlich eine kegelförmige Gestalt. Auf der Basis befinden sich Mund und Afteröffnung, welche durch ein hufeisenförmig gekrümmtes Darmrohr verbunden sind. Das Darmrohr besteht aus zwei durch die Einschränkung getrennte Abtheilungen, welche von Müller als

1) Müller's Archiv 1854. S. 88.

Schlund und Darm bezeichnet werden. Lässt man sich das Darmrohr (e in nebenstehender Figur) ausstülpen, und von einer solchen Ausstülpung habe ich jedenfalls die erste Spur in jenen zungenförmigen Fortsatz gesehen, so tritt die andere Abtheilung, der Schlund Müller's, hinein und bildet den Darm. Denken wir uns ferner die Leibeswand grösstentheils resorbirt und zum Schlusse der Mundöffnung verwandt, so ist ein Wurm mit endständiger After gebildet.

Es würde dieser Vorgang analog sein demjenigen, durch welchen sich die Actinotrocha zu einem Gephyreen mit gekrümmtem Darm und vorn liegender Afteröffnung [1]) umwandelt. Ich hielt mich umsomehr verpflichtet, diese Ansicht mitzutheilen, als es zur Prüfung ihrer Richtigkeit nicht einmal nöthig ist, die Verwandlung zu verfolgen, Man wird bei der Untersuchung der unveränderten Mitraria leicht entscheiden können, ob die Innenfläche des sogenannten Darmes mit Stacheln besetzt ist. Kaum aber würde jemand diese Stacheln finden, wenn er nicht vorher darauf aufmerksam gemacht worden ist.

Mitraria lässt sich wohl einer Chätopodenlarve vergleichen und

---

1) Durch die Untersuchungen von Kowalevsky ist nunmehr nachgewiesen, dass Actinotrocha die Larve von Phoronis Hippocrepia (Wright The Edinburgh new Philosophical Journal Vol. IV 1856 S. 313 identisch mit Crepina gracilis van Beneden Annales d. sc. nat. IV Ser. Bd. X 1858 S. 11) ist. Es gelang Kowalevsky, die Embryonen von Phoronis, welche bereits Dyster (Transactions of The Linnean Soc. Vol. XXII 1859 S. 251) beschrieben hat, vom Ei bis zur Actinotrocha-Gestalt zu verfolgen. Ich kenne die wichtigen Untersuchungen Kowalevsky's nur nach dem Auszuge (Memoires d. l'Acad. d. sc. de St. Petersburg tom. X. n°. 15 Entwickelungsgeschichte der einfachen Ascidien S. 5), aber schon nach den Abbildungen der genannten Autoren ist die Identität von Phoronis mit dem von Krohn und mir aus Actinotrocha gezogenen Wurme (Reichert's und Dubois's Archiv 1862 S. 47) vollkommen sicher. Durch die Beobachtungen von van Beneden klärt sich nun auch ein eigenthümliches Phänomen auf, welches ich von den jungen Phoronis beschrieben hatte. Die jungen, in Gläsern aufbewahrten Phoronis warfen nämlich schliesslich die Tentakelkrone ab und erhielten ein knopfförmiges Vorderende, in welchem die Blutgefässe sich durch eine einfache Anastomose verbinden. Dies Phänomen ist nach van Beneden rein pathologisch und tritt nur ein, wenn die Thiere in den Aquarien ungünstigen Lebensbedingungen ausgesetzt sind, wenn das Wasser z. B. fault. Setzt man reichlich frisches Seewasser zu, so entwickelt sich die Tentakelkrone von Neuem.

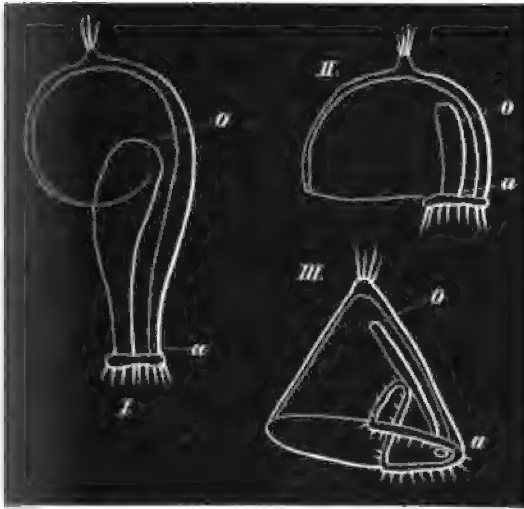
zwar einer solchen mit provisorischen Stacheln (Metachaeta Claparède's). Die weitere Entwicklung geschieht aber hier nicht allmählig durch Gliederung zu einem Chätopoden, sondern plötzlich und, wie wir annehmen, durch Ausstülpung eines Schlauches. Vermuthlich gehört das fertige Thier demnach zu den Gephyreen mit [illegible]digem After, vielleicht zu Sternaspis; die Tentakelkrone würde [illegible] das Hinterende bezeichnen, aber es würden noch tiefgreifende Veränderungen damit vorgehen.

Schlussbetrachtungen.

An diese Darstellung, welche mit Ausnahme der Hypothese über die Entwickelung der Mitraria nur Beobachtungen enthält, sei es mir erlaubt, eine Reihe von Betrachtungen anzuknüpfen über die Entwickelung und systematische Stellung der Bryozoen und Gephyreen.

Wie wir sahen, haben viele Forscher Cyphonautes als ein jüngeres Entwickelungsstadium einer Muschel betrachtet. Obgleich diese Ansicht durch die vorhergehenden Untersuchungen widerlegt ist, so könnte man sie doch vielleicht in einem andern Sinne aufrecht erhalten und nämlich so, dass Cyphonautes sich zwar zu einem Bryozoon entwickelt, aber einem Muschelembryo gleicht. Es würde daraus nothwendigerweise die systematische Verwandtschaft der Bryozoen und Muscheln folgen. Allein ich finde, dass sie in allen Stücken ausser in dem Besitz einer zweiklappigen Schaale verschieden sind. Nehmen wir z. B. mit Claparède an, dass der grosse Wimperkranz dem Velum, der kleinere dem Fuss, das elliptische räthselhafte Organ dem Schliessmuskel der Muscheln entspricht. Dann würde das Velum von Cyphonautes den After umschliessen, während es bei den Muscheln vor dem Munde liegt; der Fuss von Cyphonautes würde vor dem Munde liegen, bei den Muscheln auf der Bauchseite zwischen Mund und After; der Schliessmuskel würde nicht durch den Körper von Schaale zu Schaale gehen, also von einem Schliessmuskel wesentlich verschieden sein. Die Widersprüche werden nicht geringer, wenn man die Wimperscheibe als Velum betrachten wollte.

Statt einer Muschel möchte ich für den Cyphonautes ein anderes Object der Vergleichung vorschlagen, nämlich eine Wurmlarve, die Actinotrocha. Der cylindrische von einem geraden Darmkanal durchsetzte Körper derselben besitzt an seinem Vorderende eine Klappe wie der Schirm eines Helms oder einer Mütze. Der Raum unter dem Schirme würde dem Vestibulum entsprechen. Denken



I. Actinotrocha schematisch ohne Tentakelkranz.
II. Actinotrocha schematisch auf einen Cyphonautes reduzirt. o Mund, a After.
III. Cyphonautes schematisch ohne den bewimperten Saugnapf.

wir uns ferner das cylindrische Hinterende verkürzt bis an den Rand des Schirmes, so würde der den After umgebende Wimperkranz in eine ähnliche Lage kommen, wie der grosse Wimperkranz des Cyphonautes und um die Aehnlichkeit zu vervollständigen, brauchen wir uns blos den nach dem Vestibulum zu liegenden Theil des Wimperkranzes zipfelförmig in das Innere des Vestibulum's ausgezogen denken, wie in Fig. III. Die Schaalenbildung des Cyphonautes macht, glaube ich, keine Schwierigkeit, da wir fast in jeder Klasse des Thierreichs Schaalen-Deckel-Gehäusbildungen finden. Es bliebe nur der saugnapfartige kleinere Wimperkranz als ein eigenthümliches Organ des Cyphonautes übrig. Denn die elliptischen Schilder betrachte ich als Bildungen, welche den Uebergang in die Membranipora einleiten.

Dieser Vergleich einer Bryozoenlarve mit einer Wurm-, besonders einer Gephyreenlarve wird vielleicht paradox erscheinen. Allein ich bin der Ansicht, dass die Bryozoen zu den Gephyreen gestellt werden müssen. Dabei leitet mich keineswegs allein die Aehnlichkeit der Actinotrocha und des Cyphonautes, sondern die Vergleichung des Baues der beiden Thiergruppen. Unter den Bryozoen selbst finden sich offenbar sehr verschiedene Stufen der Organisation. Aber schon die am tiefsten stehenden Formen, die marinen Bryozoen, zeigen gewisse Merkmale, welche sie mit den Gephyreen speciell den Sipunculiden gemein haben: die bogenförmige Krümmung des Darmkanals, das System der Retractoren, die Tentakelkrone um den Mund. Noch schlagendere Uebereinstimmungen zeigen sich, wenn wir die höchst

entwickelten Bryozöen, die Lophopea (Allm.) in Betracht ziehen. Bei beiden liegt das Hirnganglion auf der analen Seite und der Mund wird von einem Nervenring umgeben; bei beiden besteht die Muskelschicht der Leibeswand aus einer äussern Quer- und innern Längsfaserschicht. Zwischen einem gefässlosen Sipunculiden und einem Lophopus ist kein anderer Unterschied vorhanden, als dass man bei ersteren einen Längsnervenstamm findet, ein Unterschied. der vielleicht durch Auffindung eines Längsnervenstammes bei Bryozoen noch beseitigt wird. Alle diese Merkmale sind zwar zum Theil schon seit Allman bekannt, sie treten aber, soweit sie die Muskeln betreffen, erst durch Nitsche's[1]) Untersuchungen klar hervor.

Schon Allman hat nicht umhin gekonnt, die äussere Aehnlichkeit zwischen Phoronis — einem ächten Gephyreen — und den Bryozoen anzuerkennen, sie ist aber dem Bau nach nicht grösser und geringer, als mit allen andern Sipunculiden.

Die systematische Stellung, welche wir den Bryozoen zuweisen. schliesst nicht aus, auch die Tunicaten mit ihnen zu vereinigen, wie es von vielen ausgezeichneten Zoologen geschehen ist. Ich halte die Verwandtschaft der Bryozoen mit Tunicaten nicht für bewiesen, jedenfalls für ungleich entfernter als mit den Gephyreen. Bereits früher[2]) habe ich eine Gruppe gebildet, bestehend aus den Gephyreen und Acanthocephalen, die nun durch Hinzufügung der Bryozoen eine grosse Ausdehnung gewinnen würde. Ich schlage dafür den Namen Rhynchocephala vor, während die andere Gruppe der Nemathelminthen, umfassend die Nematoidea, Gymnotoma (Polygordius). Chaetognatha (Sagitta) und Chaetopoda, den Namen Lobocephala erhalten mag.

Dass die Lobocephalen in ihrem Bauplan eine fest zusammenhängende Gruppe bilden, glaube ich durch meine Untersuchungen über die Nematoden und ihre Vergleichung mit den übrigen Lobocephalen über allen Zweifel festgestellt zu haben. Auch die innere Verwandtschaft der Rhynchocephalen scheint mir jetzt viel offener vor Augen zu liegen als früher, wenn auch nicht so wie bei den Lobocephalen. Die Verwandtschaft der Lobocephalen mit den Rhynchocephalen hat schon seit langer Zeit für sicher gegolten. Obgleich

---

1) Beiträge zur Anatomie etc. von Alcyonella fungosa. Reichert u. Dubois Archiv 1868. S. 465.

2) Monographie der Nematoden S. 325.

man diese Annahme weniger durch bestimmte Charaktere als durch ein instinctives Gefühl der Aehnlichkeit, das ja aber oft das richtige trifft, stützen konnte. In der That herrscht zwischen diesen beiden Gruppen eine gewisse Uebereinstimmung in der Lagerung und Aufeinanderfolge der Muskelschichten der Leibeswand; es finden sich ferner bei einzelnen Gephyreen wie bei Thalassema und Sternaspis ganz ähnlich gebaute retractile und bewegliche Borsten wie bei den Chätopoden. Allein in dem Bauplan der Leibeswand ist zwischen den Rhynchocephalen und Lobocephalen ein unläugbarer Unterschied, der nirgends durch eine Uebergangsform vermittelt wird. Wie sollen wir uns das Verhältniss dieser beiden Gruppen denken? Indem ich es versuchen will, diese Frage zu beantworten, muss ich die Nachsicht des Lesers in Anspruch nehmen. Eine Anzahl von Beobachtungen und Betrachtungen, welche ich selbst publizirt habe, scheint mir zu einer gewissen Ansicht hinzudrängen, die über lang oder kurz Jemand wenigstens als Vermuthung ausgesprochen haben würde. Eine solche Ansicht mag noch nicht vollkommen richtig sein, aber sie ist vielleicht ein Schritt zur vollkommenen Lösung des Problems.

Ich will zunächst von einem Beispiel ausgehen. Die Geschlechtsorgane mancher Hydroidpolypen treten in der Gestalt von Medusen auf. Entwickeln sich nun auch viele Medusen direct aus dem Ei, so kann man doch die Medusoiden im Allgemeinen als Geschlechtsknospen der Hydroiden betrachten. Den Medusoiden sind gleichzusetzen alle andern Cölenteraten, welche nach dem Typus der Medusoiden gebaut sind, die Anthozoa und Ctenophora. Man kann also sagen, die Cölenteraten treten auf in zwei Formen: Hydroidformen und Medusoidformen, einer Stammform und einer Geschlechtsknospen oder Blüthenform.

Zu dieser Ansicht — welche die allgemein herrschende [1]) nur in einer etwas andern Gestalt wiedergiebt — sind wir allerdings durch eine grosse Reihe von Beobachtungen gekommen, welche uns die Knospen vieler Medusen und die allmählige Reduction der sessilen Geschlechtsknospen auf sehr einfache Formen gezeigt haben. Aber diese Ansicht wäre auch dann richtig, wenn nur eine einzige Medusenspecies bekannt wäre, welche auf einem Hydroidpolypen knospte.

1) Zuerst von Gegenbaur klar ausgesprochen in „Zur Lehre vom Generationswechsel und der Fortpflanzung der Medusen und Polypen. Würzburg 1864."

Wie sich die Medusoiden zu den Hydroiden verhalten, so meine ich, verhalten sich die Rhynchocephalen zu den Lobocephalen. Die Rhynchocephalen sind die Geschlechtsknospen der Lobocephalen. Allerdings ist hier nur ein einziges durch alle Stadien verfolgtes Beispiel einer Knospung bekannt, nämlich der Phoronis an Actinotrocha.

Bei Actinotrocha bildet sich auf der Medianlinie des Bauches ein nach aussen offener, nach Innen geschlossener Schlauch, welcher hervorgestülpt wird und dabei den Darmkanal der Actinotrocha nach sich zieht, während die gesammte Leibeswand der Actinotrocha resorbirt oder nur zum Schluss des Vorderendes verwandt wird. Diese Form der Knospung bringt mit Nothwendigkeit Rhynchocephalen mit schlingenförmig gebogenem Darm wie die Bryozoen und Sipunculiden (Anoteroprocta Diesing) hervor.

Es giebt aber eine zweite Form der Rhynchocephalen mit endständigem After (Baseoprocta Dies.). Ihre Knospung würde man sich in der Weise denken müssen, wie wir dies von dem aus Mitraria hervorgehenden Wurm wahrscheinlich gemacht haben. Zu welcher unter diesen beiden Formen die Acanthocephalen gestellt werden müssen, hoffe ich bald ausführlich nachweisen zu können. Für jetzt möchte ich diejenigen, welche eine Zusammenstellung der Acanthocephalen und Bryozoen paradox finden, auf die überraschende Aehnlichkeit hinweisen, welche die Entwicklung der Bryozoen mit der von Leuckart geschilderten Entwickelungsweise der Echinorhynchen zeigt.

Dass Mitraria gewissen Annelidlarven gleicht, wird man leicht zugeben, Actinotrocha ist allerdings etwas abweichender gebaut, allein eine Aehnlichkeit mit Mesotrocha wird man gewiss nicht läugnen können. Der Schlauch, welcher in beiden Fällen — den Fall der Mitraria als sicher angenommen — hervorgestülpt und zum Leibesschlauch der Knospe verwandt wird, liegt in der ventralen Mittellinie und ist bei Actinotrocha nicht in Verbindung mit dem Darm, bei Mitraria dient derselbe zugleich als Mastdarm. Dieser Unterschied erinnert uns an den Unterschied in den Ausführungsgängen der Geschlechtsorgane der Nematoden. Die Vagina, der Ausführungsgang der weiblichen Geschlechtsorgane liegt ganz wie der Schlauch der Actinotrocha, während der Ausführungsgang der männlichen Geschlechtsorgane der Mastdarm wie bei Mitraria ist. Man könnte sagen, die Anoteroprocta sind durch Hervorstülpung des weiblichen, die Baseoprocta durch Hervorstülpung des männlichen Ausführungsganges gebildet, kurz, die Anoteroprocta als weibliche, die Baseoprocta

als männliche Geschlechtsknospen bezeichnen. An dem männlichen Ausführungsgang der Nematoden treten jene eigenthümlichen Spicula auf; es wird deshalb zur Unterstützung dieser Analogie nicht unwesentlich sein, dass nur bei den Baseoprocta, zwar nicht bei allen, aber doch bei Bonellia, Echiurus und Sternaspis an den Geschlechtsöffnungen sich Spicula ähnlich denen der Nematoden finden. Auch der Fall der Sphaerularia wird nun unter ein allgemeineres Gesetz gebracht — Sphaerularia ist nur eine sessile weibliche Geschlechtsknospe.

Ausser den Rhynchocephalen und Medusoiden scheint mir nun auch eine dritte Thiergruppe als Geschlechtsknospen betrachtet werden zu müssen, nämlich die Rhabdocoela und Cestoidea. Allerdings ist von den Rhabdocölen die Knospung nur an den Pilidien bekannt aber bei den Cestoidea findet sie bekanntlich fast durchgängig statt. Die vollständige Uebereinstimmung des Baues der Geschlechtsorgane zwischen den Cestoden und Trematoden weist uns darauf hin, die Trematoden als die Stammform der Cestoden zu betrachten. Bei der weiteren Entwickelung der Pilidien und der Cestodenblasen findet ähnlich wie bei der von Actinotrocha und Mitraria eine Neubildung des Leibesschlauches statt. Es lässt sich aber noch nicht angeben, ob dieser Leibesschlauch einem, wenn auch stark veränderten Organ des Trematodenkörpers entspricht.

Für das System der Platyelminthen und Nemathelminthen, welches ich an einem andern Ort gegeben habe, sind die Charactere ausschliesslich den Muskeln des Leibesschlauches entnommen. Die andern Organe blieben unerwähnt, weil ihre Kenntniss grössere Lücken aufweist, als die der Muskeln. Allein ich habe nicht gefunden, dass der Bau und das Auftreten der andern Organe meinem System widerspricht. Da aber bei diesen Thieren die Anordnung der Muskeln den ganzen Bauplan des Körpers bestimmt, so ist dies System keineswegs ein künstliches. Die systematische Stellung eines Wurmes kann man gewiss mit demselben Recht und derselben Sicherheit aus seiner Muskulatur bestimmen, wie die eines Wirbelthieres aus seinen Knochen. Es blieb aber noch wünschenswerth, auch die Resultate der Entwickelungsgeschichte mit unserm System in Einklang zu bringen. Ich will hoffen, dass mir dies in den vorliegenden Betrachtungen gelungen ist.

Erklärung der Tafel XVI.

Fig. 1. Cyphonautes compressus. o Mund. a After, b saugnapfartiges Organ, m Anwachsstelle des Körpers an die Schaale, n räthselhaftes Organ. z zungenförmiger Fortsatz ausgestreckt. Vergr. 93.

Fig. 2. Derselbe kurz nachdem er sich festgesetzt hat. w Anwachsstelle des Körpers an die Schaale. Vergr. 93.

Fig. 2a. Eine Schaalenhälfte. Vergr. 93.

Fig. 3. Folgendes Stadium der Zellscheibe. Vergr. 93.

Fig. 4. Folgendes Stadium der Zellscheibe. Grosse Axe längsgestellt. s Umrisse der Ausscheidung der Zellscheibe während des vorigen Stadiums. Vergr. 93.

Fig. 5. Folgendes Stadium mit Weglassung der aufgeklappten Schaale. Ansicht von oben. h Zellhaufen, aus welchem Darmtractus und Tentakelkrone entstehen, l laterale Knospuugsstelle. Vergr. 130.

Fig. 6. Folgendes Stadium. Tentakelkrone und Darmtractus gebildet. Ansicht von unten. Vergr. 130.

Fig. 7. Membranipora pilosa, Stammthier mit Knospen, von oben gesehen. a anale Knospe, a b abanale Knospungsstelle. l laterale Knospungsstelle. q Scheidewand der Knospe und des Stammthieres, o Oeffnung der Scheide und Deckel, d Deckelmuskel, p Parietalmuskel, s Tentakelscheide. Vergr. 130.

Fig. 8. M. pilosa, Stammthier mit Hinweglassung der Knospen, nur die Ansatzstellen derselben zeigend. Ansicht von unten. qq Scheidewände und Ansatzstellen der Knospen. pr. Parietovaginalmuskeln, s Tentakelscheide, t Tentakelkrone, oe Oesophagus, st Magen, r Mastdarm mit Concretionen (meconium Smitt), c After, rt Retractoren der Tentakel. Vergr. 130.

Fig. 9. Längsschnitt einer Kolonie von M. pilosa, ss unpaare Stacheln. Vergr. 62.

Fig. 10. Cyphonautes 2te Species. Bezeichnung wie in Fig. 1. Vergr. 93.

Fig. 11. Cyphonautes 3te Species. Umriss der Schaale. Vergr. 93.

Fig. 12. Thier, welches aus der Mitraria hervorgeht. Seitliche Ansicht. Vergr. 130.

Mikrographische Mittheilungen.

Von

Dr. Leopold Dippel.

Mit 3 Holzschnitten.

I. Mikroskop und Nebenapparate.

Seit der erste Band meines Mikroskopes im Drucke vollendet wurde, sind einestheils von verschiedenen Deutschen Optikern mancherlei Fortschritte in der Construktion des optischen und mechanischen Theiles der Mikroskope gemacht und mehrfach recht zweckmässige neue Nebenapparate gebaut, andrerseits nach mehreren Seiten hin, namentlich auch in Bezug auf die Struktur der bekannten Probeobjekte, ein und die andere gewichtige, eine eingehende Besprechung beanspruchende Erfahrungen veröffentlicht worden. Aus diesen Umständen musste ich Veranlassung nehmen diesem ersten Bande (wie dies auch in der Folge, so oft Material genug dazu vorhanden ist, geschehen soll) ein Nachtragheft folgen zu lassen. Da die Ausgabe dieses Heftchens auf Wunsch des H. Verlegers erst mit der Ausgabe der zweiten Abtheilung des zweiten Bandes geschehen soll und somit noch einige Monate auf sich warten lassen wird, so sehe ich mich veranlasst vorläufig über Einzelnes, was für den praktischen Mikroskopiker von besonderem Interesse sein dürfte, in diesem weit verbreiteten Organe für Mikroskopie Bericht zu erstatten.

Zunächst verdienen unser besonderes Interesse zwei neue, dem Hartnack'schen Systeme Nr. 18 an die Seite zu stellende, sehr starke Objektivsysteme: Das System Nr. IX von Gundlach und das System XII von Bénèche.

Ersteres wurde von Gundlach, dessen in jeder Beziehung ausgezeichnete, und dabei höchst billige, schwächere und stärkere neuere Systeme mir erst in letzterer Zeit in die Hände kamen, erst

in diesem Sommer gebaut und befindet sich seit einigen Monaten in meinem Besitze. Dasselbe besitzt nach Gundlachs Angaben eine nominelle Brennweite von $^1/_{32}$", nach eigener Ermittlung von 0,74 mm., ist zur Eintauchung in Wasser bestimmt und mit Verbesserungseinrichtung versehen. Letztere ist von höchst praktischer und für das Arbeiten mit einem so starken Systeme insofern äusserst vortheilhafter Einrichtung, als die vordere Linse, welche ausserdem durch einen etwas vorstehenden Rand gegen mögliche Beschädigungen geschützt ist, feststeht und die hinteren gegen dieselbe bewegt werden. Hierdurch ist die Gefahr des bei anderer Einrichtung leicht möglichen Aufstossens oder Drückens auf das Deckglas vollständig beseitigt. Der Abstand von der Oberfläche des Deckglases ist ein verhältnissmässig grosser, und kann ich z. B. noch recht gut alle meine Deckgläser verwenden, welche ich bisher bei den Systemen X von Hartnack, F von Zeiss u. s. w. gebrauchte. Aber selbst die geringsten Unterschiede, welche sich bei diesen dünnen, ausgesuchten Deckgläschen von etwa 0,1 mm. mittlerer Dicke finden, verlangen, wenn bei den Strukturverhältnissen die volle Kraft des Systemes ausgenutzt werden soll, eine höchst sorgfältig ausgeführte, selbst für verschiedene Beleuchtungsverhältnisse verschiedene Correktion.

Die Vergrösserungen, welche das System mit meinen Okularen I, II und IV von Hartnack gewährt, sind = 1150, 1840 und 3220, und es steigen dieselben unter Anwendung der orthoskopischen Okulare von Belthle (wenn das System an des Letzteren grossem Stative angehracht wird) bis auf 4950 (Ok. III).

Das Begrenzungsvermögen ist ganz vorzüglich schön entwickelt und lässt sich in dieser Beziehung das in meinen Händen befindliche System vollkommen den Systemen X von Hartnack, F. von Zeiss und IV von Belthle, von denen ich wunderschön zeichnende Exemplare besitze, an die Seite stellen. Die Prüfung an äusserst zarten, vollkommen senkrecht zur Längsachse der Zellen geführten Stellen von Querschnitten der Kiefer (Pinus silvestris), an den Muskelkörperchen vom Oberschenkelmuskel des Laufkäfers, an den trocken eingelegten Schuppen von der Unterseite des Kohlweisslings (Pieris brassicae), so wie die äusserst brillante Auflösung der Querstreifen auf den in Balsam liegenden Schüppchen vom Distelfalter (Vanessa cardui) u. a. in die einzelnen Körperchen, aus denen sie

zusammengesetzt sind (Punkte Prof. Schiff's) liefert hierfür den schönsten Beweis [1]).

Das Auflösungsvermögen ist sehr gesteigert. Bei günstigem Lichte wird bei centrischer Beleuchtung noch die 28. Gruppe der Nobert'schen Probeplatte gelöst. Bei gleicher Beleuchtung sehe ich die Querstreifen der Nitzschia sigmoidea (Sigmatella Nitzschii) sowohl an Präparaten aus London, als an solchen von Bourgogne in Paris, Rodig in Hamburg und Möller in Wedel, ebenso die Querstreifen der Grammatophora subtilissima und die Zeichnung der Surirella gemma so befriedigend als dies bei einfacher centrischer Beleuchtung durch den Concavspiegel überhaupt möglich sein dürfte. Schon unter diesen Lichtverhältnissen bemerkt man bei Grammatophora subtilissima die Zusammensetzung der Querstreifen aus scheinbar vierseitigen, abwechselnd helleren und dunkleren Feldern, und bei schiefer Beleuchtung treten diese, sowie alle andere von Prof. Schiff zuerst angegebenen Strukturverhältnisse, ebenso die Zeichnung der Nitzschia sigmoidea auf das entschiedenste hervor [2]).

---

1) Die hier in Betracht kommenden Schüppchen des Kohlweisslings sind nicht die von mir Seite 119 des 1. Bandes meines Mikroskopes beschriebenen, sondern die gleichmässig breiten gröber gezeichneten. Dieselben bilden ein ganz vorzügliches, sofort über Klarheit. Schärfe und Farblosigkeit des Bildes Aufschluss gebendes Probeobjekt, auf welches ich erst in vorigem Sommer durch H. Gundlach aufmerksam gemacht wurde. Dieselben werden trocken und zwar derart aufgelegt, dass man sie auf die dem Objektträger zugewendete Seite des Deckglases bringt. Auch in Balsam eingelegt bilden sie ein höchst brauchbares Objekt. Doch leisten hier die Schüppchen von Vanessa cardui, welche unter gut begrenzenden Systemen und bei richtiger Einstellung fast in einer Weise gezeichnet erscheinen, wie das in Balsam liegende Pleurosigma angulatum für die stärksten Systeme noch bessere Dienste.

2) Die Stellung der hier berührten hellen und dunkeln Vierecke wurde von Prof. Schiff in dessen Aufsatz in diesem Archiv Bd. III. Heft 1 nicht richtig wiedergegeben. Es ist dieselbe nicht jene des Pleurosigma angulatum, sondern jene des Pl. attenuatum, indem die Felderchen schief gegen die Längsachse der Kieselschale gestellt erscheinen, wodurch die leichter sichtbaren Quer- und die schwerer sichtbaren Längsstreifen, die ich schon 1861 mit Hartnack's 10 gesehen und dem genannten Optiker beschrieben hatte, hervorgerufen werden. Die scheinbar schief sich kreuzenden Reifensysteme (ähnlich denen des Pl. angulatum, treten nur bei gewissen Beleuchtungsverhältnissen und bestimmter Einstellung hervor und lassen sich unter gleichen Bedingungen in ähnlicher Weise auch bei Pl. attenuatum erzeugen. Ein hierfür entscheidende

Eine wichtige und besonders hervorhebenswerthe Eigenschaft ist die, dass das Bild auch bei sehr starken Okularvergrösserungen noch ein so schönes bleibt — und darüber braucht man nur die oben genannten Probeobjekte, wie auch die Zeichnungen der Pleurosigmen zu befragen — dass sich diese vorkommenden Falles ohne Anstand gebrauchen lassen. Der Preis, 45 Thaler, ist ein so äusserst billiger, dass das System auch in dieser Beziehung der weitesten und wohlverdienten Verbreitung fähig ist, wozu noch wesentlich der Umstand mit beitragen dürfte, dass H. Gundlach, wie er mir versicherte, jederzeit mit Freuden bereit ist die Herstellung vorzunehmen, ohne dass diese eine zu lange Zeit in Anspruch nehme.

Das System XII von Bénèche, dessen übrige neuste Systeme ich ebenfalls mehrfach geprüft und namentlich in den Nummern IV, VII, IX und XI ganz vorzüglich gefunden habe, besitzt eine etwas grössere Brennweite, als das vorhergehende, nämlich (nach eigner Bestimmung) etwa 0,85 mm. und dabei einen geringeren Abstand von der Deckglasoberfläche, weshalb es sehr dünne Deckgläschen verlangt. In seiner Leistungsfähigkeit steht dasselbe dem vorigen in jeder Beziehung so nahe, dass alles bei diesem Gesagte auch auf dasselbe Anwendung finden kann. Nur an der Norbert'schen Platte konnte ich eine Prüfung nicht vornehmen, da das Deckgläschen des von mir benutzten Exemplares schon zu dick war.

Das System ist gleichfalls zum Eintauchen in Wasser bestimmt und besitzt eine Verbesserungseinrichtung, bei der aber die vordere Linse verschiebbar ist. Der Preis beträgt 80 Thaler.

Nach Allem, was mir die eingehende Prüfung an die Hand gegeben hat, glaube ich meine Ansicht dahin aussprechen zu dürfen, dass sich beide genannten Optiker durch die Herstellung dieser starken Combinationen, welche uns jetzt erreichbarer werden, als es bisher bei der Zurückhaltung Hartnack's mit seiner vortrefflichen Nr. 18 der Fall war, ein Verdienst um alle die Mikroskopiker erworben haben, welche es sich zur Aufgabe gemacht haben, in die feinsten Strukturverhältnisse der Elementarorgane tiefer einzudringen.

Wie für die letztgenanten Forscher die stärksten Objektivsysteme

---

Resultate gewährendes der Gattung Grammatophora angehörendes Object bildet die grob gezeichnete, neuerdings als Grammatophora marina bestimmte Art (Rabenhorst in brieflicher Mittheilung), welche etwa 16 Querstreifen auf 0.01 mm. besitzt, also von der früher von Bourgogne als Probeobjekt ausgegebenen Gr. marina mit 25 Querstreifen auf 0,01 mm. bedeutend verschieden ist.

so sind für die Studirenden, die praktischen Aerzte u. A. die mittleren Instrumente zu einem Preise von 30—50 Thalern von erheblicher Wichtigkeit. Konnte ich in meinem 1. Bande nur einzelne mittlere Mikroskope, wie das kleine Hufeisenstativ von Hartnack, das Mikroskop von Belthle, III. b. von Zeiss und II von Merz als in dieser Beziehung höchst brauchbar empfehlen, so sind in neuerer Zeit theils neue Zusammenstellungen, theils zweckmässige Aenderungen älterer bekannter Modelle hinzugetreten, welche sämmtlich mit vollkommenen Objektivsystemen ausgerüstet sind und denen ich einige Worte widmen zu müssen glaube.

Gundlach, dessen Werkstätte ich zur Zeit als der erste Band meines Mikroskopes vollendet wurde, noch nicht kannte, hat mehrere Zusammenstellungen gebaut, welche in hohem Maasse unsere Anerkennung verdienen.

Das mittlere feste Mikroskop, von einer zum Arbeiten höchst bequemen Höhe und solidem Baue ist ein Hufeisenstativ mit ausreichend grossem, festem Objekttische. Die grobe Einstellung wird vermittelst Verschiebung des Rohres, die feinere mittelst einer den Tubus hebenden und senkenden Mikrometerschraube bewerkstelligt, welche sich durch leichte Beweglichkeit und sicheren Gang auszeichnet. Der Beleuchtungsapparat besteht aus seitlich beweglichem Hohl- und Planspiegel nebst Condensator und aus drei versenkbaren Cylinderblendungen (ohne Schlitten), welche H. Gundlach auf meinen Rath an die Stelle der früheren Glockenblendung hat treten lassen. Mit den Systemen I, III, V und VII b. (letzteres mit Verbesserungseinrichtung und zum Eintauchen, von der Stärke des Hartnack'schen Immersionssystemes 10), den Okularen I, II und III und einem Okularmikrometer ausgerüstet, gewährt dieses Mikroskop Vergrösserungen von 30—1150. Der Preis beträgt 62 Thaler und wenn statt System VII b, VII a (ohne Verbesserungseinrichtung) genommen wird 55 Thlr. Bei der Vorzüglichkeit der Objektivsysteme und namentlich der hohen Leistungsfähigkeit des Eintauchsystems ist dieses Mikroskop im Stande, schon weitgehenden Forderungen Genüge zu leisten. Das gleiche Stativ mit den Objektivsystemen II, V und VII a, den Okularen I und III und Okularmikrometer, sechs verschiedene 70—1150fache Vergrösserungen gewährend, kostet 48 Thaler, mit den Objektivsystemen I, III und V, den Okularen I und III, Vergrösserungen 30—500fach 40 Thaler, mit den Objektivsystemen II und V, den Okularen I und III, Vergrösserungen 70—500fach 36 Thaler.

Eine höchst empfehlenswerthe Combination bildet das seit mehreren Jahren neu zusammengestellte Mikroskop C von Bénèche. Sein mechanischer Bau ist bekannt genug, da es ein mittleres Hufeisenstativ von der Form des bekannten grossen Oberhäuser'schen darstellt, welchem nur der drehbare Tisch fehlt. Der optische Apparat besteht jetzt aus den in jeder Beziehung Tüchtiges leistenden die älteren Systeme desselben Optikers weit hinter sich lassenden Objektivsystemen IV, VII und IX, den Okularen 2, 3 und 4 nebst Okularmikrometer. Die Vergrösserungen gehen von etwa 75 bis 600fach und der Preis beträgt 50 Thaler.

Das Modell D desselben Optikers ist in der neuesten Zeit vollständig umgearbeitet worden, indem der Tisch vergrössert und die feine Einstellung in die Tubussäule verlegt wurde, wodurch sich dasselbe in seinem sehr solid gebauten mechanischen Theile dem kleinen Hufeisenstative von Hartnack nähert. Mit den Objektivsystemen 4, 7 und 8, den Okularen 2, 3 und 4 und Okularmikrometer ausgerüstet und um 75—500fach vergrössernd, kostet dasselbe 30 Thlr., mit den Objectivsystemen 4, 7 und 9, den Okularen 2, 3 und 4 und Okularmikrometer (eine empfehlenswerthe Zusammenstellung) Vergrösserung bis 600fach 40 Thlr., mit den Objectivsystemen 4 und 7, den Okularen 2 und 4, Vergrösserung bis 400fach 25 Thlr.

Zeiss in Jena hat neben dem kleinen Mikroskope III b seit einigen Jahren noch ein solches III c eingeführt, welches ich in dem 1. Bande schon erwähnte, welches ich aber erst in neuerer Zeit näher kennen lernte. Diese Nummer dürfte sich in Bezug auf ihren mechanischen Theil manchem Mikroskopiker insofern vor der III b als eine erwünschte Vervollkommnung erweisen, als die Drehung des Tisches um seine Achse hinzugekommen ist. Dasselbe bildet ein höchst zweckmässiges Stativ und verdient bei dem nach den neuesten Abänderungen des Preisverzeichnisses sich auf circa 45 Thlr. stellenden Preise und der vortrefflichen optischen Ausstattung mit den Systemen A und D, von denen das letztere, welches ich aus älterer, wie aus neuester Zeit kenne, an Schönheit und Schärfe des Bildes bis jetzt unübertroffen dasteht, die weiteste Verbreitung. Das Instrument erhält die Okulare 2, 3 und 4 nebst Okularmikrometer zum Einlegen und liefert, wenn das System A vollständig und blos in seiner oberen Linse frei benutzt wird, an 30, 45, 75, 115, 210, 250, 450 und 740. Wird das System F hinzugefügt, welches in neuester Zeit

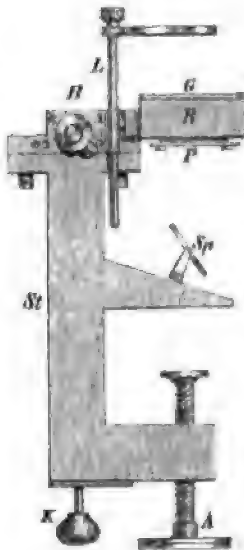
bei Bewahrung aller seiner vortrefflichen andern Eigenschaften an Auflösungsvermögen bedeutend gewonnen hat, so steigt der Preis auf circa 70 Thaler. Es bildet dann aber diese Nr. auch eine Zusammenstellung, welche in mechanischer, wie optischer Beziehung kaum Etwas zu wünschen liesse. Namentlich dürfte es sich auch seiner Compendiosität halber als Reisebegleiter empfehlen.

Wasserlein in Berlin, welcher sich nach der Trennung von Bénèche vorzugsweise mit dem Baue kleiner und billiger Mikroskope befasste, hat sich in neuerer Zeit auch auf die Herstellung stärkerer Objektivsysteme und grösserer Stative verlegt. Ueber letztere, welche im Allgemeinen einen anzuerkennenden Fortschritt dieses Optikers bekunden, werde ich in dem erwähnten Nachtraghefte näher zu berichten haben, hier erwähne ich dem mir gesteckten Ziele gemäss nur die mittleren Mikroskope. Eine ganz empfehlenswerthe Zusammenstellung dieser Art bildet das Mikroskop a. 1. des Preisverzeichnisses. Es ist dies ein kleines dem Stativ D von Bénèche ähnelndes Hufeisenstativ mit den Objektivsystemen 4, 7 und 8, und den Okularen 1, 2 und 3 nebst Okularmikrometer zum Einlegen. Die Vergrösserungen gehen von 45 bis zu 600 und der Preis beträgt 30 Thaler.

Ein für den praktischen Mediziner höchst zweckmässiges und empfehlenswerthes Instrument bildet desselben Optikers sogenanntes Polarisationsmikroskop. Das Stativ ist ein kleines Hufeisenstativ mit schmalem Objekttische. Die feine Einstellung befindet sich an dem letzteren und wird durch einseitige Hebung der obern Platte bewerkstelligt (nach v. Mohl). Der Beleuchtungsapparat wird von einem seitlich nicht beweglichen Hohlspiegel und einer verschiebbaren Cylinderblendung gebildet. Der optische Apparat besteht aus den Systemen 4 und 7 und 2 Okularen mit Okularmikrometer zum Einlegen. Die Bilder sind klar und gut begrenzt und die Vergrösserungen steigen von 30- bis zu 400fach. Für Untersuchungen in polarisirtem Lichte werden zunächst zwei Nicol'sche Prismen hinzugefügt, von denen der Analysator Kreistheilung besitzt. Ferner gehören dazu ein oben und unten mit genau schliessenden, abschiebbaren Glasplatten versehenes als Saccharometer zu gebrauchendes Glasrohr und eine links- und rechtsdrehende Quarzplatte. So bietet diese Zusammenstellung ein Instrument, welches einerseits für die gewöhnlichen pathologischen Untersuchungen vollkommen ausreichen dürfte, andererseits aber, da das Saccharometer

schon ganz kleine Mengen von Zucker anzeigt und gemäss der am Analysator angebrachten Kreistheilung nach Prozenten bestimmen lässt, mit Vortheil bei Untersuchungen des Harnes auf seinen Zuckergehalt verwendet werden kann.

Von den in den letzten Jahren neu gebauten Nebenapparaten möchte ich vorzugsweise auf die kleine Luftpumpe für mikroskopische Zwecke und die Camera lucida mit zwei Prismen aufmerksam machen, welche beide aus der Werkstätte von Zeiss hervorgegangen sind.



A Schraube zum Festschrauben an den Tisch. K Kolben. St Stiefel. R Recipient. G Glasplatte zum luftdichten Verschluss des Recipienten. H Steuerhahn. a a Stahlstifte zum Aufhalt des Hahnreibers (R und A dienen als Weiser zur Stellung des Hahnes) Sp Spiegel. L Lupenträger. P Messingplatte zum Festhalten der den Recipient von unten schliessenden Glasplatte.

Erstere kann an den Arbeitstisch angeschraubt werden (s. Fig. nebst Erklärung) und ist zunächst dazu bestimmt, aus den fertigen Präparaten, wie sie auf dem Objektträger und unter Deckglas liegen, die Luft zu entfernen. Dieselbe kann aber auch ausserdem zu den mancherlei andern Zwecken benützt werden, wozu man bisher die früher von Schacht empfohlene auf Seite 265 des ersten Bandes meines Mikroskopes beschriebene Luftpumpe gebrauchte. Das vorliegende Instrument kann aber, letzterer gegenüber, als eine grosse Vorzüge besitzende Verbesserung betrachtet werden; denn erstens sind durch den Steuerhahn, welcher während der Evacuation durch die freie Hand leicht vermittelst eines Hebels regiert werden kann, alle jene Uebelstände als beseitigt zu betrachten, welche die leicht verderblichen, steter Erneuerung bedürftigen Ventile mit sich bringen, und dann kann das Präparat, während es sich in dem oben und unten durch zwei starke, sonst matte, in der Mitte durchsichtige Glasplatten geschlossenen Recipienten befindet, von unten mittelst eines Planspiegels beleuchtet und durch eine auf einem horizontal und vertikal beweglichen Arme befindliche starke Lupe fortwährend beobachtet werden. Die beigegebene Profil-Zeichnung mit deren Erklärung werden eine nähere Beschreibung

unnöthig machen und darf ich mich wohl auf einige Worte in Bezug auf den Gebrauch beschränken.

Um den Recipienten luftdicht zu schliessen, wird der Rand desselben mit reinem Talg beschmiert und die Glastafel mit der matten Seite darauf gedrückt, wobei genau darauf zu achten ist, dass die mattgeschliffene Metallfläche in einem gleichmässigen Grau und nicht durch weisse Flecken unterbrochen erscheint, was andeuten würde, dass sich zwischen letzterer und der Glasplatte noch Luft befinde. Während nun der Kolben seine höchste Stellung einnimmt, wird der Hahn so gestellt, dass der Anschlag den Stahlstift R berührt, also der Stiefel mit dem Recipienten in Verbindung steht. Nachdem hierauf der Kolben nach abwärts gezogen ist, setzt man den Stiefel, indem man den Hahn so stellt, dass der Anschlag den Stift A berührt, mit der äussern Luft in Berührung und schiebt den Kolben wieder in die Höhe. Durch mehrmalige rasch aufeinanderfolgende Wiederholung dieser Manipulation wird man bald zu einem Punkte gelangen, wo die Luft wegen des schädlichen Raumes nicht mehr weiter verdünnt werden kann, ohne dass vielleicht das Präparat noch vollkommen von Luft entleert wäre. Um nun eine möglichst vollkommene Entleerung herbeizuführen, setze man den Recipienten nicht sogleich mit dem Stiefel in Verbindung, wenn der Kolben seine höchste Stellung erreicht hat, sondern thue diess erst dann, wenn letzterer schon wieder etwa 1—2 Zoll herabgezogen ist.

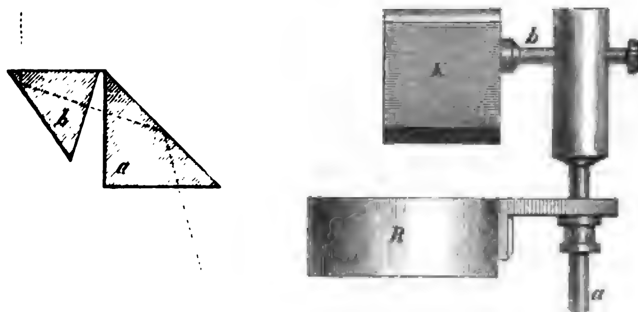
Um nach beendigter Arbeit wieder Luft in den Recipienten treten zu lassen, stelle man den Kolben tief und bringe ersteren nur ganz allmälig mit dem Stiefel in Verbindung. Um eine Beschmutzung der Glasplatte mittelst des an den Rändern befindlichen Talges zu vermeiden, entferne man diese nicht durch zur Seite Schieben, sondern lasse sie durch den Luftdruck abheben, indem man, während der Hahn die Stellung R einnimmt und der Glasplatte ein Paar Finger aufgelegt werden, den Kolben in die Höhe schiebt.

Geht der Kolben nach längerem Gebrauche etwas zu leicht, so nimmt man ihn heraus (indem man die Platte losschraubt), steckt ihn in warmes Wasser von 30—40° R. und bestreicht ihn dann mit etwas reinem Talg oder Olivenöl, wobei darauf zu achten ist, dass man kein Uebermass dieser Materialien anwendet, weil dadurch leicht die feineren Luftwege verstopft und die Pumpe unbrauchbar gemacht werden könnte.

Das Instrumentchen, von dessen Zweckmässigkeit ich mich

durch längeren Gebrauch überzeugt habe, ist in eichenem Kasten verpackt und wird sammt der Lupe um den Preis von 16 Thalern abgegeben.

Die neue Camera lucida mit zwei Prismen (Preis 7 Thl.) ist nach dem Prinzipe der von mir a. a. O. Seite 232 beschriebenen Nachet'schen Camera lucida gebaut. Sie besteht aus dem rechtwinkligen Prisma a, welches an der Hypothenusenfläche Papier und Bleistift spiegelt und



die von diesen ausgehenden Strahlen nach dem Prisma b sendet, welches über das Okular zu stehen kommt. Letzteres muss so gerichtet werden, dass man, während das Bild von der Bleistiftspitze von der Vorderfläche aus nach dem Auge zurückgeworfen wird, an dessen vorderem Rande vorbei das Gesichtsfeld übersehen kann und von dort aus die Strahlen des Bildes zugleich mit denen jener auf die Netzhaut gelangen. Vermittelst des Stiftes a lässt sich das die Prismen enthaltende Kästchen K höher und tiefer stellen und in der horizontalen Ebene drehen, während dasselbe mit Hilfe des Stiftes b vor- und rückwärts verschoben und in eine beliebig geneigte Lage gebracht werden kann. Durch diese verschiedenen Bewegungen wird es möglich gemacht, dem Zeichenapparate eine solche Stellung über dem Okulare zu geben (wobei die kreisförmige Oeffnung über dem Prisma b über die Mitte des Okulars zu stehen kommt, der vordere Rand des Prismas also mit dem Durchmesser der Okularlinse zusammenfallen muss), dass das ganze Gesichtsfeld des Mikroskopes zusammen mit dem Bild von Bleistift und Papier deutlich übersehen werden kann, während die zeichnende Hand in der erforderlichen Entfernung von dem Fusse des Mikroskopes bleibt. Das Papier kömmt auf ein um circa 18° Grad geneigtes Zeichenpult zu liegen, und hat man bei schwieriger zu zeichnenden Objekten Sorge dafür zu tragen, dass das erstere und das Gesichtsfeld möglichst gleich stark beleuchtet sind.

Diese Camera lucida zeichnet sich vor der oben erwähnten Nachet'schen dadurch aus, dass sie — mindestens bei den schwächeren und mittleren Okularen — über die Ausdehnung des ganzen Gesichtsfeldes gleich gut zeichnen lässt und dass dabei die Spitze des Bleistiftes selbst schärfer erscheint, als bei der von mir seit Jahren fast allein gebrauchten Camera lucida nach Doyère und Milne Edwards von Hartnack. Ich ziehe dieselbe daher jetzt bei feinerem und schwierigerem Detail der letzteren vor und kann versichern, dass man es mittelst ihrer bei einiger Geduld bald dahin bringen wird, auch die feinsten Einzelheiten mit voller Sicherheit und Genauigkeit nachzuziehen.

Zum Schlusse will ich Freunde der Algen und namentlich der einzelligen nach auf den »Algensucher« (Pr. $1^1/_2$ Thlr.) von Zeiss aufmerksam machen, da sich derselbe bei der Einsammlung der genannten Organismen, namentlich wenn es sich um ein vorläufiges Bestimmen am Fundorte, resp. um das Aussuchen bestimmter Arten etc. handelt, bei 120facher, die Querstreifer der Hipparchiaschuppen zeigender Vergrösserung, als sehr brauchbar und handlich erweist.

II. Mikroskopische Präparate.

In neuerer Zeit haben C. Rodig in Hamburg und J. D. Möller in Wedel (Holstein) sich mit der Anfertigung ausgedehnterer Sammlungen mikroskopischer Präparate aus verschiedenen Gebieten der Zoologie und Botanik zu befassen angefangen. Da mir Gelegenheit geboten war, zahlreiche Präparate verschiedener Art aus beiden Instituten zu prüfen, und ich die Ueberzeugung gewonnen habe, dass beide Firmen das Interesse und die nachhaltigste Unterstützung der Mikroskopiker verdienen, so komme ich gerne dem Wunsche des Herrn Herausgebers nach, über deren Leistungen kurzen Bericht zu erstatten.

Das allgemeinste Interesse dürften wohl diejenigen Objekte in Anspruch nehmen, welche zur Prüfung der Auflösungsfähigkeit der Mikroskope dienen. Hier ist es zunächst die Diatomeen-Probeplatte von Möller, welche, indem sie eine grosse Anzahl der bekannten Probeobjekte auf engem Raume zusammengefasst enthält, durch ihre Bequemlichkeit für den Gebrauch, wie durch ihre äusserst sorgfältige und höchst gelungene Ausführung unsere volle Beachtung und Anerkennung verdient. Dieselbe enthält folgende, in Bezug auf die Schwierigkeit der Auflösung in annähernd stufenweise

aufsteigender Reihe geordnete Probeobjekte zu je einem Exemplare in Balsam eingelegt:

1. Triceratium Favus.
2. Pinnularia nobilis.
3. Navicula Lyra var.
4. Navicula Lyra.
5. Pinnularia interrupta var.
6. Stauroneis Phoenicenteron.
7. Grammatophora marina [1]).
8. Pleurosigma balticum.
9. Pleurosigma acuminatum.
10. Nitzschia amphioxys.
11. Pleurosigma angulatum.
12. Grammatophora oceanica subtilissima (?) [2]).
13. Surirella Gemma (für die Querstreifen).
14. Nitzschia sigmoidea.
15. Pleurosigma Fasciola var.
16. Surirella Gemma (für die Längsstreifen).
17. Cymatopleura elliptica.
18. Navicula crassinervis Frustulia, saxonica Rbh.
19. Nitzschia curvula.
20. Amphipleura pellucida.

Die einzelnen Kieselschalen sind sehr sorgfältig präparirt und ausgewählt, so dass die Zeichnungen in möglichster Klarheit hervortreten. Dieselben sind durch passende Zwischenräume geschieden so in eine Längsreihe geordnet, dass, wenn die Probeplatte der Vorderseite des Objekttisches parallel liegt, die in Betracht kommenden Liniensysteme rechtwinklig zu den von der Seite her einfallenden schiefen Lichtstrahlen gerichtet sind. Das Objekt lässt sich also auch ohne weitere Umstände bei solchen Mikroskopen benützen, welchen der drehbare Objekttisch fehlt. Die Deckglasdicke — nach Möller's Angabe $^1/_{12}$ Mm. — ist so gewählt, dass die Probeplatte die Anwendung der stärksten Vergrösserungen gestattet. Da manche Probeobjekte das Einlegen in Balsam nicht gut vertragen, wenn sie ihren Platz in der Reihe genau einnehmen sollen, so ist H. Möller, wie ich andrerseits in Erfahrung gebracht

1) Diese Art ist nicht die aus den Bourgogne'schen Präparaten bekannte, sondern eine weit gröber gezeichnete.

2) Ist die frühere Gr. marina.

habe, gerne bereit, die Platte gegen eine unbedeutende Preiserhöhung so einzurichten, dass die trocken eingelegten Probeobjekte auch in dieser Präparationsweise in einer zweiten Reihe vertreten sind.

Neben der arrangirten Probeplatte führt Möller auch die übrigen gebräuchlichsten Probeobjekte, jede Art besonders, theils trocken, theils in Balsam eingelegt. Auch diese Präparate zeichnen sich gleich denen von C. Rodig in Hamburg durch höchst saubere Ausführung und gute Präparation der Kieselschale aus und können ihren Platz recht wohl neben den von Bourgogne in Paris behaupten.

Für diejenigen, welche sich specieller mit dem systematischen Studium der Diatomeen zu befassen wünschen, hat Möller die im im höchsten Grade bewunderungswürdige Diatomeen-Typenplatte angefertigt, von der zwei verschiedene Ausgaben zu haben sind. Die eine vollständigere enthält auf dem Raume von 5 Mm. Breite und 3½ Mm. Länge 104 Gattungen in 370 Arten, einzelne der letzteren in verschiedener Ansicht, so dass 400 Präparate vorhanden sind, die andere kleinere umfasst 66 Gattungen mit 100 Arten, alle genau bestimmt. Die Gruppirung ist höchst übersichtlich nach den verschiedenen Familien vorgenommen.

An die Typenplatten schliessen sich diejenigen Diatomeenpräparate an, in denen entweder nur eine Art enthalten oder vorherrschend ist, oder welche eine grössere Zahl von bestimmten Oertlichkeiten einschliessen. Beide Arten von Präparaten finden sich in den Sammlungen von Rodig wie von Möller in schöner Ausführung vertreten; doch ist, nach den in meinen Händen befindlichen Preisverzeichnissen, von denen das Rodig'sche allerdings schon älter ist, während das Möller'sche vom Dezember 1868 datirt, die Anzahl der Arten — von einzelnen Arten 116, von zusammengehörigen Arten bestimmter Fundorte 28 — bei letzterem grösser, als bei ersterem.

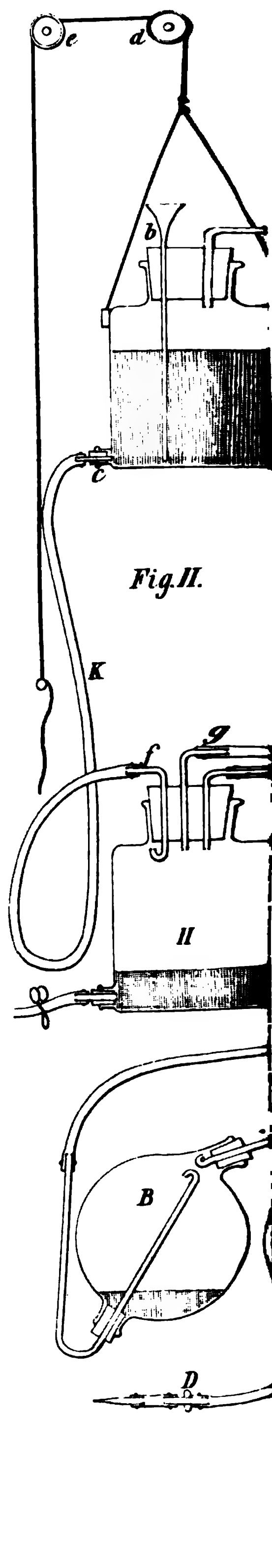
Die zoologischen Präparate, von denen mir eine Reihe verschiedener Arten aus beiden Instituten vorgelegen hat, eignen sich bei ihrer höchst sorgfältigen und sauberen Ausführung namentlich zu Unterrichtszwecken. Von höheren Thieren liefert Rodig eine Reihe hübscher Injektions- und pathologischer Präparate, Zahn- und Knochenschliffe, Blutkörperchen vom Menschen und Frosch, Möller Zahn- und Hornschliffe, Wollarten und Haare, Erden, Fischschuppen u. dgl. Am reichlichsten sind die Objekte aus der Klasse der Insekten vertreten, welche theils einzelne kleine Insekten

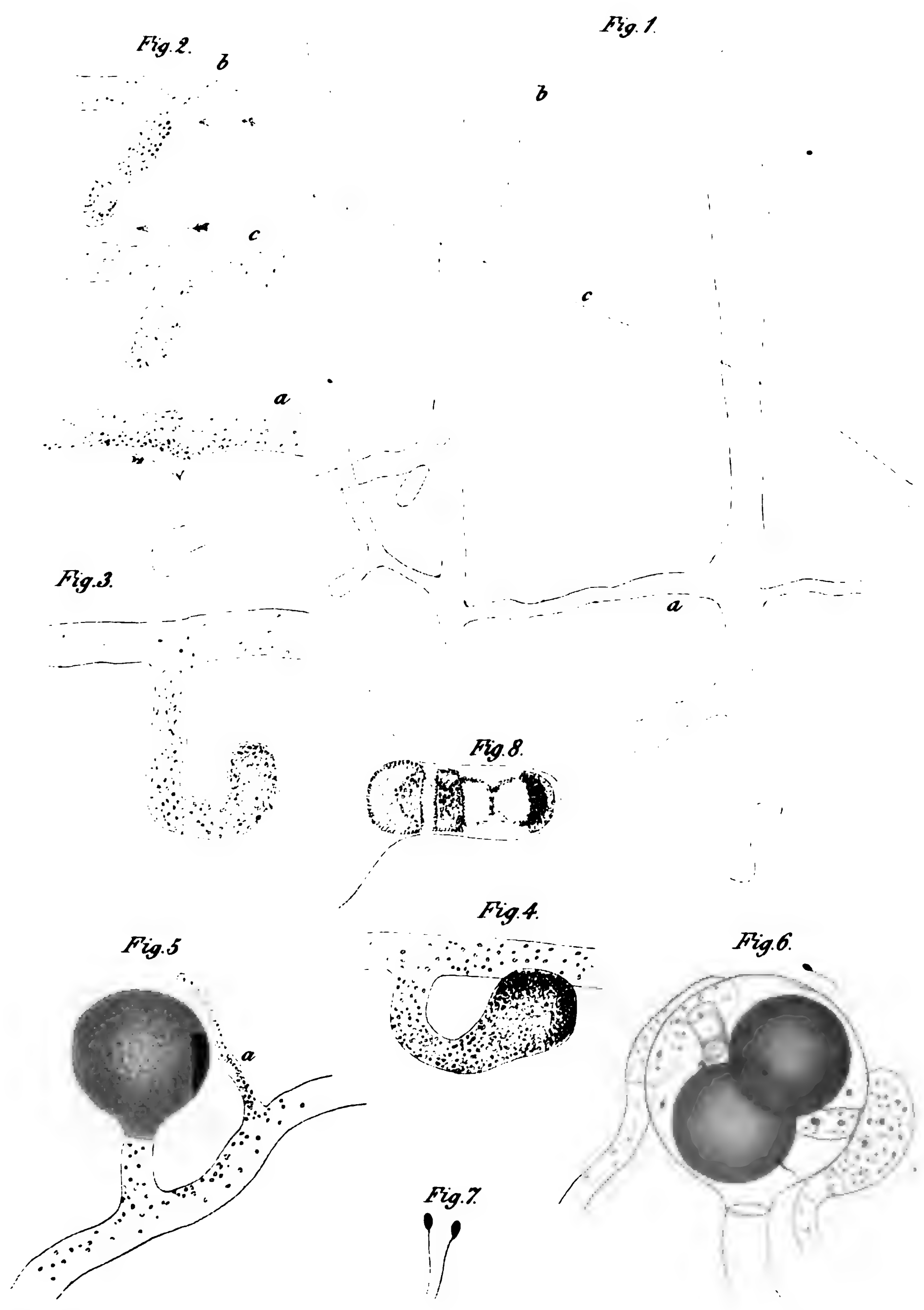
und deren Larven, theils gewisse Körpertheile, Auge, Füsse, Rüssel u. dgl. enthalten. Auch aus den übrigen finden sich mancherlei beachtenswerthe Gegenstände, namentlich möchte ich auf die Schneckenzungenpräparate, die Schnecken- und Muschelschliffe, die Querschliffe von Seeigelstacheln', die Präparate von Protozoen und Schwämmen Möller's, auf die Kalkkörperchenpräparate von Holothurien und Korallen, endlich auf die sehr gelungenen Trichinenpräparate von Rodig und von Möller aufmerksam machen.

Sehr reich sind bei beiden Instituten die pharmakognostischen Präparate vertreten (je 144 Stück), welche nach den betreffenden rühmlichst anerkannten Werken von weiland Prof. Dr. O. Berg in Berlin zusammengestellt sind. Wer einmal erfahren hat, wie schwer hier Einzelheiten zugänglich sind und welche Mühe es kostet, von manchen Gegenständen dieser Kategorie klare und untadelhafte, in grösserer Ausdehnung zusammenhängende und gleichmässige übersichtliche Präparate zu gewinnen, der wird beiden Präparatoren seine Anerkennung nicht versagen für die Vollkommenheit, in welcher die einzelnen Objekte hergestellt sind.

Auch die übrigen botanischen Präparate, namentlich die Schnitte einheimischer Hölzer sind für Unterrichts-Zwecke, sowie zur allgemeinen Orientirung in den betreffenden Gebieten wohl geeignet, obgleich sie für das Studium feiner histiologischer Einzelheiten die Schnitte aus freier Hand nicht zu ersetzen vermögen.

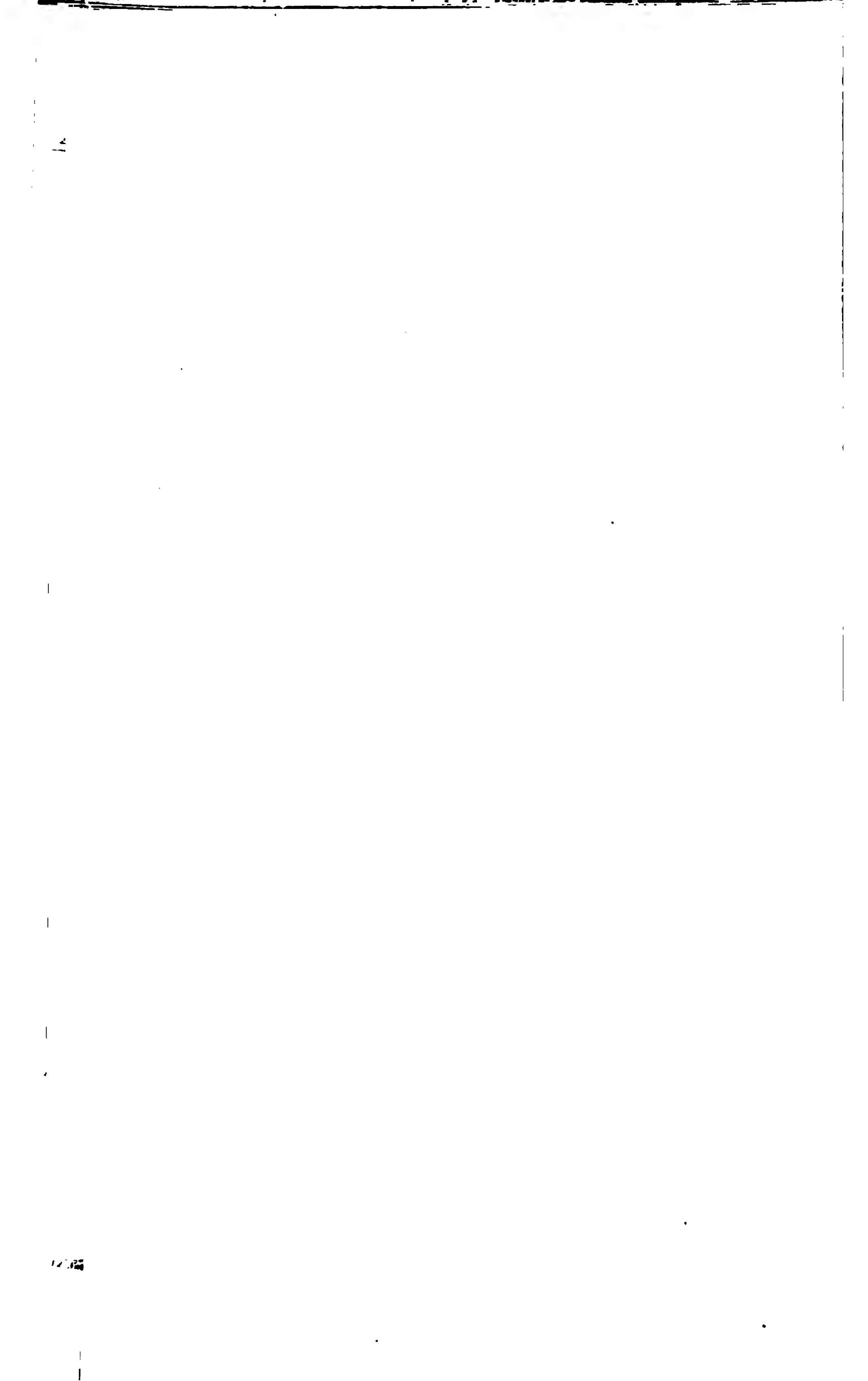
Eine besondere Erwähnung verdienen endlich noch die Präparate fossiler Hölzer von Möller, welche grösstentheils in allen drei Schliffen Querschliff, Radialschliff und Sekantenschliff vorhanden und ganz vortrefflich ausgeführt sind.

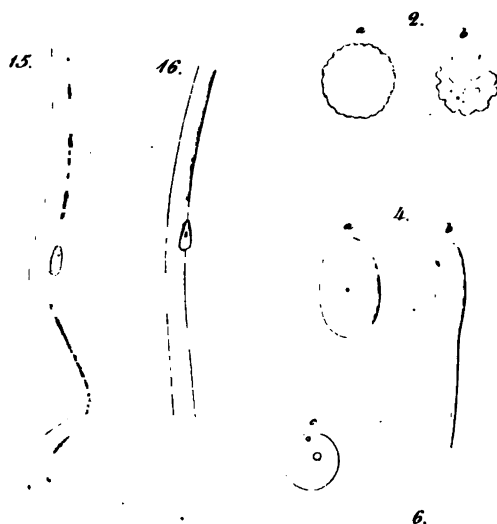

e
d
b
c
Fig. II.
K
f
g
II
B
D



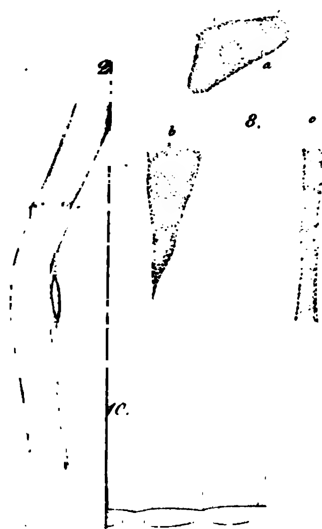
Ferko ad nat. del.

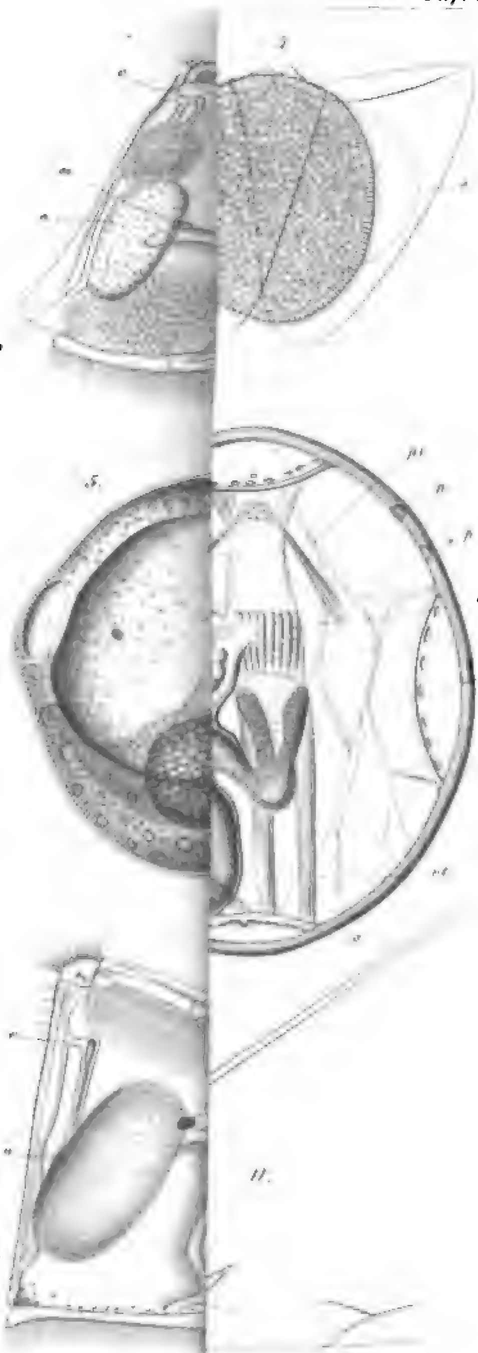
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.





23.





A. Schneider del.

Hausmichieber sc.

Ueber cuticulare Bildungen und Verhornung von Epithelzellen bei den Wirbelthieren.

Von

Franz Eilhard Schulze in Rostock.

Hierzu Taf. XVII und XVIII.

An vielen Epithellagen markirt sich mehr oder minder deutlich eine besondere äussere Grenzschicht. Dieselbe kann entweder dadurch entstehen, dass die oberen Zellen eines geschichteten Epithels durch gewisse, mit dem Schwinden des Protoplasma verbundene Veränderungen zu derben, Keratinreichen Massen werden, verhornen; oder dadurch, dass die die Oberfläche erreichenden Zellen, ohne ihr Protoplasma zu verlieren, eigenthümliche Grenzsäume bilden, welche, mit den Seitenkanten zusammenstossend, ziemlich continuirliche Decken darstellen. Formationen der letzteren Art bezeichnen wir als cuticulare.

Beide Bildungen in ihren mannichfachen Variationen, sowie in ihrer Verbreitung bei den Wirbelthieren kennen zu lernen, war der Zweck einer Arbeit, deren Haupt-Resultate ich hier mittheile.

Zunächst habe ich die Epidermis untersucht. Ohne auf die im Wesentlichen bekannten Verhältnisse der Hornschicht mit ihren mannichfachen, zum Theil sehr complicirten Haar-, Nagel-, Horn-, Feder-, Stachel-, Schilder- und Schuppenbildungen bei Säugern, Vögeln und Reptilien näher einzugehen, will ich nur daran erinnern, dass wir es dabei überall mit mehr oder minder festen, vielgeschichteten Massen verhornter Epithelzellen zu thun haben, welche Lagen entweder durch stete Anhäufung neu verhornender Zellen beständig wachsen oder periodisch abgestossen und durch neue Massen gleicher Art wieder ersetzt werden. Wahre Cuticularbildungen kommen in der Epidermis

der drei oberen Wirbelthierclassen nicht vor. Wenn man die aus dünnen structurlosen Schüppchen bestehende Decklage des Haarschaftes Cuticula genannt hat, so ist das nach der strengeren Auffassung des Begriffes Cuticula verkehrt, weil es keinem Zweifel unterliegt, dass das Haaroberhäutchen aus vollständig verhornten Zellen zusammengesetzt ist.

Bei den auf Lungenathmung angewiesenen Amphibien, also bei den erwachsenen Batrachiern, Salamandrinen und Cöcilien wird ebenfalls der ganze Körper von einer äussersten Hornschicht umschlossen, welche indessen von der bei den höheren Classen gefundenen darin abweicht, dass sie nicht aus hochgeschichteten Zellenmassen, sondern aus einer einzigen oder aus zwei übereinanderliegenden Lagen verhornter Zellen besteht. Nur an ganz bestimmten circumscripten Stellen finden sich bei einigen Amphibien auch vielschichtige Hornlagen, so z. B. in den Hornschwielen, welche an der Unterseite der Füsse mancher Batrachier, besonders entwickelt bei Pelobatos fuscus, aber auch bei Rana und anderen vorkommen. Bei den mit glatter Körperoberfläche versehenen Amphibien besteht die Hornschicht ganz und gar aus ebenen, dünnen, hellen und fast structurlosen Platten, welche mit ihren Seitenkanten genau aneinanderliegen und so fest verklebt sind, dass sie sich in grossen zusammenhängenden Lamellen ablösen lassen und auch bei der periodischen Häutung als solche abgestossen werden. Diese äusserste Lage flacher verhornter Zellen, welche wohl von unsern gewöhnlichen Fröschen und Tritonen allgemein bekannt sein dürfte, kann zuweilen cuticularen Chitinlamellen, wie sie die Körperoberfläche vieler Wirbellosen decken, sehr ähnlich werden. Auch ist sie hier und da in diesem Sinne gedeutet und als eine Cuticula beschrieben worden. So spricht Leydig bei der Schilderung der Epidermis von Coecilia annulata[1]) von einer »deutlichen Cuticula, welche als homogene Haut die äussersten Zellen überdeckt, dabei aber von letzteren durch Abdruck eine zellige Zeichnung, natürlich ohne Kern, beibehält.« Durch Untersuchung der Epidermis von drei wohlconservirten Coecilien, welche mir von Herrn Prof. Peters in Berlin gütigst überlassen waren, Coecilia lumbricoidea, Siphonops annulatus und Epicrium glutinosum, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass die äusserste Epidermisdecke der Coe-

1) Leydig, Ueber die Schleichenlurche. Zeitschr. für wissensch. Zoologie, B. XVIII. p. 284.

cilien nur aus verhornten Epithelzellen gebildet wird. Wäre die von Leydig erwähnte, leicht wahrzunehmende Zeichnung an der meist membranartig zusammenhängenden, oft in grader Linie durchreissenden, sehr häufig aber auch in einzelne polygonale Stücke zerfallenden, hellen Grenzlamelle wirklich nur der Abdruck von den Elementen der nächst unteren Zellenlage, so müssten die Grenzconturen und Kerne dieser unterliegenden Zellen doch den betreffenden Linien und dunkeln Flecken der von Leydig als Cuticula angesprochenen obersten Lage genau entsprechen. Wenn man aber diese Grenzlage so zerzupft, dass an einzelnen Fetzen noch die unmittelbar unterliegenden Zellen hängen bleiben, so überzeugt man sich, dass dies nicht der Fall ist (conf. Taf. XVII, Fig. 1). Auch lässt sich an den gefalteten Stücken erkennen, dass die lauter polyëdrische Abtheilungen umgrenzenden Linien die scheinbar homogene Membran in ihrer ganzen Dicke durchsetzen, also nicht blosse Abdrücke an der Unterseite derselben sein können. Nicht bei allen Amphibien stellen die verhornten äusseren Epidermiszellen so ebene, zu gleichmässig dicken Lamellen verbundene Platten dar, wie bei den glatthäutigen Fröschen und den Coecilien, vielmehr finden sich sehr verschiedenartige Formen und Verbindungsweisen bei den mit Rauhigkeiten der Haut versehenen Arten. Schon unsere Wassersalamander (Triton taeniatus und cristatus) werfen bei der Häutung einen zusammenhängenden Mantel ab, der zwar zum grössten Theil nur aus einer Lage flacher polyëdrischer Elemente mit stärker lichtbrechenden Kernresten in der Mitte besteht, aber doch hier und da (besonders zahlreich am Kopfende) etwas grössere, in der Mitte dickere, kernlose Platten zeigt, welche sich halbkuglig nach aussen vorwölben und in ihrer hellen durchscheinenden verhornten Grundmasse nur noch zuweilen einige bräunliche Körnchen als einzigen Ueberrest des geschwundenen Zelleninhaltes enthalten (Taf. XVII, Fig. 2 und 3). Aehnliche ausgebauchte Hornzellen von beträchtlicher Dicke und dunkelbräunlicher Pigmentirung finden sich zahlreich in der äussersten hornigen Epidermisschicht der grösseren Krötenarten, wo sie auch in Gruppen zur Bedeckung kleiner Buckel und Stachel zusammentreten. Manche interessante Eigenthümlichkeiten weist die Hornschicht der Epidermis von Pipa dorsigera auf. Schon die zwischen den mannichfachen Erhebungen befindlichen flachen Regionen der Oberhant besitzen eine Decklage von verhornten Zellen, welche sehr auffallend von den bisher betrachteten abweichen. Während nämlich die Unter-

seite jedes dieser zu einer continuirlichen Schicht sich seitlich aneinanderlegenden, polygonalen Elemente durchaus eben ist, ragen von der Mittelpartie der in ihrem Randtheile ebenfalls flachen Oberseite mehrere dicht nebeneinanderstehende, auch wohl durch eine gemeinsame Basis verbundene, finger- oder kegelförmige Erhabenheiten von verschiedener Höhe empor, welche auf Taf. XVII in Fig. 6 in der Seitenansicht, in Fig. 4 und 5 von oben gesehen dargestellt sind. Bevor ich das wahre Wesen dieser sonderbaren Aufsätze erkannt hatte, hielt ich sie für dem Organismus fremde Verunreinigungen, aber die regelmässige stets auf den mittleren Theil jeder einzelnen Epithelzelle beschränkte Stellung sowie ihr constantes Vorkommen auf den Zellen machten mich schon beim Betrachten der abgelösten Hornlage von der Fläche stutzig. In der an feinen Durchschnitten gewonnenen Seitenansicht liess sich denn auch der continuirliche Zusammenhang jener papillären Erhebungen mit der zugehörigen Basalplatte deutlich erkennen. Gewöhnlich sind beide Theile völlig structurlos, hell und durchscheinend, nur zuweilen lässt sich in der Mitte noch etwas körnige Masse oder selbst das Rudiment eines Kernes erkennen.

Aehnliche Bildungen habe ich im Epithel der sogenannten Daumendrüse der brünstigen Männchen von Rana gefunden. Hier besteht die äusserste Zellenlage aus ziemlich dicken, durch und durch homogenen, hellen Platten, deren jede auf der freien Aussenseite mit kleinen rundlichen Papillen dicht besetzt ist (Taf. XVII, Fig. 9), welche indessen bedeutend niedriger als die bei Pipa beschriebenen, und alle ziemlich gleich hoch sind. Ueber die Art und Weise, wie beim Verhornungsprocesse solche papillären Erhabenheiten entstanden sein können, scheint mir das Aussehen der unterliegenden, also bei der nächsten Häutung zur Aussenschicht werdenden Zellenlage bedeutungsvoll. Dieselbe erschien an Durchschnitten des Daumendrüsenepithels eines brünstigen Männchen von Rana esculenta aus grossen, hohen, polyëdrischen Zellen gebildet, deren unterer, der Cutis zugewandter Theil eine homogene stark lichtbrechende Masse geworden war, also schon der Verhornung anheimgefallen zu sein schien, während in der Mitte noch der helle bläschenförmige Kern mit körnigem Hofe erhalten war, und der äussere Zellentheil noch dasselbe körnigstreifige Aussehen zeigte, wie die unterliegenden Epithelzellen. Es ist demnach wohl denkbar, dass nach dem Abwerfen der obersten deckenden Zellenlage diese zunächst noch weichen oberen Partien der

dann freiliegenden folgenden Zellen zu einem papillären Besatz der schon zu derben Hornstücken umgewandelten unteren Theile zusammenschrumpfen und dann auch vollends verhornen.

Auf den niedrigen hügelförmigen Vorsprüngen der Haut von Pipa tragen die verhornten oberen Epithelzellen glatt begrenzte, rundlich buckelförmige Erhabenheiten und zwar jede Zelle nur eine einzige, welche sich von dem mittleren Theile der am Rande flachen Basalplatte bald flach hügelartig, bald mehr kegelförmig erhebt (Taf. XVII, Fig. 5). Häufig findet sich unter diesen kleinen Buckeln noch etwas körniges Pigment, zuweilen auch noch das Rudiment eines Kernes, welches auf die Entstehung des ganzen Gebildes aus einer Zelle hinweist.

Eine gleichmässigere Plattenform nehmen die Hornzellen auf den mehr stachelförmigen Hautfortsätzen desselben Thieres an, doch bildet auch hier jede einzelne Zelle noch einen kleinen, höckerartigen Vorsprung, sodass selten die Oberfläche solcher Spitzkegel (Taf. XVII, Fig. 4) ganz glatt erscheint. An den grösseren meistens flachen Hauthöckern von Pipa sind die mit etwas concaven Unterflächen auf den entsprechend gewölbten Zellen der zweiten Lage aufliegenden Hornzellen oft so gleichmässig lichtbrechend und homogen (Taf. XVII, Fig. 7), dass man sich zu der Auffassung verleiten lassen könnte, als ob hier cuticulare Bildungen vorlägen. Aber abgesehen davon, dass nicht immer eine solche verhornte Platte gerade über einer Zelle der unteren Lage liegt, finden sich gewöhnlich in nächster Nähe auch solche Hornzellen, welche ebenso wie die unmittelbar darunterliegenden, noch unverhornten Zellen Anhäufungen körnigen Pigmentes in der Mitte zeigen (Taf. XVII, Fig. 8). Solche Pigmentanhäufungen aber pflegen nur um den Kern von Epithelzellen vorzukommen und werden jedenfalls nicht in Cuticularsäumen erwartet werden dürfen.

Während bei den durch Lungen athmenden Amphibien im erwachsenen Zustande der Thiere die Epidermis ihre äussere Begrenzung stets durch eine oder wenige Lagen verhornter Zellen erhält, kommt bei den Kiemen tragenden Larven derselben Thiere der Abschluss der Oberhaut nach Aussen durch eine von den äussersten Zellen gebildete cuticulare Grenzschicht zu Stande. Die an der Aussenseite der Epidermisdeckzellen nach dem Abwerfen der Flimmerhaare in der späteren Larvenzeit vorhandenen cuticularen Säume wurden schon von Remak beobachtet und sind neuerdings von

Eberth an Larven von Bombinator igneus [1]) näher studirt. Derselbe erkannte an diesen Grenzsäumen bei der Flächenansicht »eine verhältnissmässig grobe Punktirung, herrührend von glänzenden, rundlichen, kleineren und grösseren Körnern, welche durch ein Netz feiner dunkler Septa von einander getrennt werden.« Jene scheinbaren Körner erwiesen sich in der Seitenansicht isolirter Zellen als die noch etwas über die Oberfläche vorragenden oberen knopfartigen Anschwellungen solider glänzender Stäbchen, welche nach unten zu von ihrem glänzenden Aussehen mehr und mehr verlieren und ohne scharfe Begrenzung bleiben.

An den mit Müller'scher Lösung isolirten äussersten Epidermiszellen grosser Larven von Rana esculenta und Pelobates fuscus habe ich im Wesentlichen denselben Bau der Cuticularsäume gefunden, wie ihn Eberth für Bombinator beschreibt; nur fehlten hier den glänzenden Körperchen die nach abwärts gehenden stäbchenartigen Verlängerungen; vielmehr erschienen sie auch am unteren Ende gleichmässig abgerundet und zeigten meistens eine länglich eiförmige Gestalt. Bei den grössten, schon mit Hinterbeinen versehenen Larven lagen sie locker in nischenartigen, nach aussen öffnenden Hohlräumen, welche seitlich von den Balken eines netzförmigen Leistengitters umschlossen, sich fast bis an die untere Grenze des ganzen Culicularsaumes erstreckten und mit abgerundetem Grunde blind endigten. Bei starkem Herumwerfen der Epidermiszellen fielen zuweilen diese Körperchen aus ihren Nischen sämmtlich oder theilweise heraus, so dass sie vollständig isolirt (Taf. XVIII, Fig. 25) neben den entleerten Zellen (Taf. XVIII, Fig. 22 und 24) zur Ansicht kamen.

Ebensowenig wie bei den Batrachierlarven scheinen die äussersten Epidermiszellen bei den perennibranchiaten Amphibien zu verhornen. Auch hier wird wohl ein Cuticularsaum die schützende Decke bilden. Wenigstens konnte ich bei verschiedenen in Spiritus gut conservirten Exemplaren von Proteus anguineus in den betreffenden Grenzzellen einen feinkörnigen Inhalt mit hellem bläschenförmigem Kerne sowie einen, wenngleich dünnen, stark lichtbrechenden, hyalinen, äusseren Grenzsaum wahrnehmen. Auch waren die Zellen sämmtlich mit den Seitenrändern in der Weise genau aneinander gelagert, dass ihre völlig glatten Grenzsäume seitlich grade zusammentreffend eine continuirliche ebene Aussenfläche darstellten.

---

1) Dieses Archiv. Bd. II, pag. 498.

Die Epidermis der Fische findet, wie ich schon früher [1]) nachgewiesen habe, ihren Abschluss nach aussen ganz allgemein (mit Ausnahme gewisser circumscripter Körperstellen z. B. der Lippen des Störes und der Bauchkante von Petromyzon, und abgesehen von den Becherzellen) durch eine cuticulare Decklage, gebildet aus mosaikartig sich aneinanderlegenden stark lichtbrechenden platten Grenzsäumen der äussersten Epithelzellen. Diese Säume zeigen bei einigen Arten, besonders deutlich bei Petromyzon, zahlreiche Poren [2]), welche bei der Flächenansicht als dunkle Punkte, bei der Seitenansicht als die ganze Dicke der Platten senkrecht durchsetzende Linien erscheinen (l. c. p. 144 Taf. VIII, Fig, 1).

Indessen kommen in der Epidermis gewisser Fische noch andere und zwar ganz eigenthümliche Cuticularbildungen vor. Bei der Untersuchung einer besonders gut in Spiritus conservirten Epidermis von Hippocampus brevirostris erstaunte ich, auf der ganzen äusseren Oberfläche einen dichten Besatz von Gebilden zu finden, deren auffallende, mannigfach variirende Formen man nicht treffender schildern kann, als indem man sie mit dem Flammenkegel einer Kerze vergleicht. Wie eine solche Flamme bald breit und niedrig erscheint, bald hoch und schmal sich dehnt, bald unten, bald in der Mitte den grössten Dickendurchmesser besitzt, bald in eine kurze, bald wieder in eine lange feine Spitze sich auszieht, so finden sich hier alle möglichen Formen von der kurzen dickbäuchigen bis zur schlanken langgestreckten mit den verschiedensten Combinationen in der Lage des stärksten Durchmessers, in der Formation, der unteren Abrundung, der oberen Spitze u. s. w. vertreten.

Isolirt man durch sorgfältiges Zerzupfen die betreffenden Elemente in grosser Anzahl und aus den verschiedensten Körpergegenden, so stellt es sich bald heraus, dass alle, wie mannigfach sie auch sonst differiren, stets aus zwei wesentlich verschiedenen, typischen Theilen bestehen, von denen der eine, obere, wie eine Kappe dem anderen, welchen wir den Körper nennen wollen, aufsitzt und von demselben leicht abgehoben werden kann. Die Form des Körpers, mit dessen Beschreibung wir zweckmässig beginnen, gleicht durchaus der eines Pilzes. Auf einem ziemlich breiten, nach oben

---

1) Epithel- und Drüsen-Zellen. Dieses Archiv Bd. III, p. 137.

2) Zuerst von Leuckart (Verh. der phys.-medic. Gesellschaft in Würzburg 1856. Bd. 7. p. 193) erkannt.

zu halsartig eingeschnürten rundlichen Stiel sitzt ein an der Oberfläche mehr oder weniger hochgewölbter, bisweilen selbst stumpf kegelförmiger, drehrunder Kopftheil, welcher häufig auf der Spitze wiederum eine centrale dellenförmige Impression und an der Unterseite der überragenden Randpartie eine seichte Rinne zeigt (Taf. XVIII, Fig. 3—17). Während die Oberfläche des Kopfes und Halses, sowie die Seitenfläche des unteren, als Fuss zu bezeichnenden Stieltheiles glatt begrenzt sind, ragen von der unteren, im Ganzen querabgestutzten Seite des letzteren unregelmässig zackige Fortsätze nach abwärts (Fig. 9). Die Proportionen der verschiedenen Theile des Körpers können ebenso wie die absolute Grösse desselben sowohl in dem nämlichen Epidermisstückchen als auch nach den verschiedenen Körperregionen mannichfach wechseln, insoferne an einigen Stellen, wie z. B. auf den Flossen, nur kleine, an andern, wie an den Seiten des Rumpfes, besonders grosse Körper gefunden werden, in gewissen Gegenden, z. B. am Rumpf, vorwiegend breite und niedrige, in andern (Schwanz) vorwiegend schmale und hohe Kopftheile vorkommen. An dem Hals- und Fusstheile lässt sich eine bei starken Vergrösserungen deutlich doppelt conturirt erscheinende Membran erkennen, welche zwar noch auf die concave Unterseite des Kopfes übergeht, aber nicht über dessen scharfen Seitenrand weiter hinauf verfolgt werden kann, so dass also die convexe Oberseite des Kopfes einer besonderen Membran entbehrt; wenigstens sah ich hier auch bei den stärksten Vergrösserungen stets nur einen einfachen Randcontur. Die feinkörnige Inhaltsmasse des ganzen Körpers lässt häufig eine eigenthümliche Streifung erkennen, welche in dem Stile weniger ausgesprochen ist, in dem Kopftheile aber sehr deutlich hervortritt. Es scheint, als ob ein Bündel paralleler Körnchenreihen oder körniger Fasern aus dem untern Theile durch den Hals senkrecht emporziehe und in dem plötzlich erweiterten oberen, dem Kopftheile, büschelförmig auseinanderfahre (Taf. XVIII, Fig. 8 und 9; 11—17). Doch pflegt diese strahligkörnige Masse nicht ganz bis an die obere convexe Grenze vorzudringen, vielmehr geht sie allmälig in eine gleichmässiger und stärker lichtbrechende Randschicht über. In Mitten der körnigen Masse, gewöhnlich im Halstheile, oft aber auch weiter hinauf, im Kopftheile, findet sich stets ein rundlicher, heller, bläschenförmiger Kern mit verhältnissmässig grossem, oft an der Seite gelegenen, stark lichtbrechenden Kernkörperchen.

Wenn demnach die Zellennatur des ganzen Gebildes ausser Zweifel ist, so fragt es sich: in welcher Beziehung steht zu dieser Epithelzelle der stets mit ihr verbundene kappenartige Aufsatz? Der Erörterung einer solchen Frage musste selbstverständlich eine gründliche Untersuchung dieses Theiles selbst vorausgehen. Die grosse Mehrzahl aller Kappentheile zeigte bei Hippocampus brevirostris in ziemlicher Uebereinstimmung folgenden Bau. Ein aus hyaliner starklichtbrechender Substanz bestehender Mantel von ziemlich gleichmässiger Dicke bildet den äusseren Theil. Derselbe läuft nach oben in eine Spitze aus und sitzt mit einem von der Innenseite zugeschärften kreisförmigen unteren Rande dem äusseren Randtheile des gewölbten Kopfstückes so auf, dass er erst an dem scharfen äusseren und unteren Rande dieses Kopfstückes also grade da authört, wo nach der obigen Beschreibung die den unteren Zellentheil umschliessende Membran beginnt. Von der oberen Partie jener äusseren Kappenhülle ragen mehrere (2—6), concentrisch in einander geschachtelte, dünne membranöse Cylindermäntel von derselben hyalinen starklichtbrechenden Masse wie die zuerst beschriebene Hülle nach abwärts bis auf die gewölbte obere Fläche des Körpers herab. In der Axe des ganzen Kappentheiles befindet sich ein aus weniger stark lichtbrechender, aber ebenfalls hyaliner Substanz bestehender solider Cylinder, welcher, oben in die Spitze der Kappe übergehend, unten auf der dellenartigen centralen Vertiefung des Kopfes wurzelt. Es war nicht ganz leicht, die zuletzt geschilderten Verhältnisse, besonders das Vorhandensein und den Bau jener concentrisch gelagerten, dünnen Cylindermäntel, die sich zwischen der äusseren Hülle und dem centralen Cylinder finden, sicher festzustellen. In der Seitenansicht bemerkt man nämlich zwischen Hülle und axialem Strange jederseits nur mehrere doppelt conturirte, durch hellere Partien getrennte dunkle Längsstreifen. Dass dies die optischen Längsschnitte concentrisch gelagerter Cylindermäntel seien, konnte man zwar nach der Flächenansicht der ganzen Epidermis, wobei sich concentrische Doppellinien zwischen dem optischen Durchschnitte des Mantels und des Mittelstückes, wenngleich undeutlich, erkennen liessen (Taf. XVIII, Fig. 18), zwar vermuthen, aber doch nicht sicher behaupten. Erst als es mir gelang, einerseits die einzelnen Lamellen abzublättern und andrerseits dünne Querschnitte des ganzen Kappentheiles zu gewinnen, war jeder Zweifel beseitigt. An einem solchen Querschnitte (Taf. XVIII, Fig. 19 und 20) kann man sich, zumal wenn man ihn

langsam auf dem Objectträger herumwälzt, hinlänglich von dem Vorhandensein und der Lagerung der erwähnten Cylindermantellamellen überzeugen. An den von mir untersuchten, in Spiritus und in Müller'scher Lösung conservirten Fischen erschienen diese Lamellen niemals glatt, sondern stets unregelmässig verbogen und geknittert, so dass sie sich trotz der breiten Zwischenräume hier und da berührten. Während sich bei den breiteren Kappen von diesen ineinandergeschachtelten Häuten bis zu 6 finden, werden sie bei den schmaleren Formen sparsamer und liegen auch dichter zusammen (Taf. XVIII, Fig. 11 und 13), ja können sogar vollständig fehlen, so dass die Mantelschicht ganz nahe an den axialen Cylinder heranrückt. Zwischen den bisher allein berücksichtigten grösseren Kappen von etwa 0,008 Mm. Länge kommen nun unregelmässig zerstreut (auf den Flossen ausschliesslich) bei Weitem kleinere (Taf. XVIII, Fig. 3—8 und 18) bis zu 0,002 Mm. Höhe herab vor, an denen gewöhnlich die Zwischenlamellen nur undeutlich erkannt werden und bei den niedrigsten Formen ganz fehlen. Hier besteht denn oft die ganze Kappe aus einem flachen, dem zugehörigen Zellenkörper deckelartig aufliegenden hyalinen Stücke (Taf. XVIII, Fig. 3).

Da man nun in dem letzteren Falle keinen Augenblick in Zweifel sein wird, dass man es mit einer cuticularen Deckelschicht zu thun hat, so folgt, dass man auch die übrigen complicirter gebauten Kappen, welche sich an diese einfachsten und wahrscheinlich jüngsten Formen in continuirlicher Reihe anschliessen, ebenso deuten muss. Es gehört demnach jede einzelne Kappe als cuticularer Aufsatz zu dem untenstehenden Zellenkörper, und dürfte sich für beide zusammen der nach der Form gewählte Name Flammenzelle empfehlen.

Da man wohl annehmen muss, dass die Vergrösserung der Kappen beim Wachsthum durch Anlagerung neuer Substanz an ihre Unterseite von der convexen Oberfläche des Zellenkörpers aus geschieht, so haben wir den oberen Theil der äusseren Hülle, also die Spitze der ganzen Kappe als den ältesten Theil, die mittleren und unteren Partien aber, also vornehmlich das untere Ende des centralen Axenstranges als zuletzt entstanden anzusehen. Die Bildung der in einander geschachtelten röhrenartigen Zwischenmäntel wird man sich dadurch vorstellen können, dass man sich das Wachsthum dieses centralen Cylinderstückes als im Verhältniss zu den anderen Theilen spät und schnell erfolgend denkt. Dabei mussten dann die

anfänglich schwach gewölbten schichtenweise übereinander gelagerten Lamellen durch die schnelle Erhebung des centralen Theiles so lang ausgezogen werden, dass sie Röhrenform annahmen und darauf nur noch durch Apposition neuen Bildungsmateriales an den unteren Rändern sich einfach verlängernd fortwuchsen.

Wäre das ganze Wachsthum der Kappen nur durch gleichmässige Apposition immer neuer Schichten von der ganzen convexen Oberfläche des Kopftheiles des Zellenkörpers erfolgt, so müsste eine Schichtung parallel dieser Zellenkopfoberfläche durch die ganze Kappe der ausgewachsenen Flammenzelle sich erkennen lassen. Dies ist in der That der Fall bei den Flammenzellen einer anderen Hippocampus-Species, H. longirostris, wo der axiale Cylinder und die ihn umschliessenden lamellösen Röhren gänzlich fehlen und statt dessen die eben angedeutete Schichtung sich findet (Taf. XVIII, Fig. 14 und 15). Bemerkenswerth erscheint es, dass sowohl bei dieser wie bei einer dritten Species, H. comes, wo die Kappen als vollständig solide, structurlose Aufsätze erscheinen (Fig. 16), die an dem Kopftheile der Flammenzellenkörper von H. brevirostris so allgemein gefundene, obere dellenartige Vertiefung fehlt, welche dort dem axialen Cylinder als Wurzelstelle diente. Bei H. longirostris und comes fand ich übrigens die Kappen nie von der Breite, wie sie an den entsprechenden Theilen bei H. brevirostris vorkommt. Auch die Kopftheile der Flammenzellen erscheinen bei H. longirostris nicht so breit, wie bei H. brevir., sondern mehr hoch kegelförmig gestaltet (Taf. XVII, Fig. 14 und 15) und enthielten regelmässig den bei der letzteren Species gewöhnlich im Halstheile angetroffenen Zellenkern. Eine Anzahl ringförmig an der Aussenfläche der Flammenzellenkappen quer herumlaufender zarter Furchen, welche bei H. brevirostris und longirostris nur hier und da andeutungsweise wahrzunehmen waren, fanden sich an den Kappen von H. comes stärker entwickelt (Taf. XVIII, Fig. 16).

Die flachen polygonalen Zellen der äussersten Epidermisschicht, welche noch zwischen den Flammenzellen liegen, unterscheiden sich nicht wesentlich von den bei andern Fischen gefundenen. Dieselben zeigen sehr deutlich einen dünnen vollständig ebenen, plattenförmigen Cuticularsaum, welcher von zahlreichen feinen Poren durchsetzt ist, die in bogenförmigen parallelen Reihen angeordnet zu sein scheinen (Taf. XVIII, Fig. 1).

An die Flammenzellen lagern sie sich so an, dass sie deren Hals-

theil seitlich decken und mit dem Rande ihres cuticularen Saumes an den unteren Kappenrand anstossen (Taf. XVIII, Fig. 11, 12 und 17). Es ragen demnach die senkrecht gegen die Körperoberfläche des Thieres gerichteten Flammenzellen mit ihrem Kappen- und Kopftheil vollständig frei aus der Epidermis hervor, während das untere Ende zwischen die polyedrischen Zellen der mittleren Lagen hinabreicht, und hier mit den eigenthümlichen zackigen Fortsätzen gleichsam wurzelt. Die Art ihrer Vertheilung sowie die Häufigkeit ihres Vorkommens richtet sich ebenso wie die Form und Entwicklung einigermassen nach der Körpergegend. Am dichtesten stehend fand ich sie im Allgemeinen auf dem Schwanze von Hippocampus brevirostris, wo sich die Kappentheile oft berühren und die Hälse nur 1—2 Zellenbreiten von einander entfernt sind; weniger dicht, aber wegen der grösseren Breite der Kappen dennoch hier und dort aneinanderstossend, kommen sie auf dem Rumpfe (Taf. XVIII, Fig. 17 und 18), am Weitesten auseinandergerückt auf den Flossen (besonders in der Nähe des freien Randes) vor.

Merkwürdig ist es, dass sich Bildungen der beschriebenen Art durchaus nur bei der Gattung Hippocampus finden. Weder bei andern Lophobranchiern, noch bei den in der Bildung des Hautpanzers ähnlichen Plectognathen, noch bei irgend einem anderen der von mir untersuchten Fische habe ich Flammenzellen in der Epidermis angetroffen.

Das Epithel der Mundhöhle gleicht bei Säugethieren und Vögeln sehr der Epidermis. Ebenso wie dort entstehen auch hier durch massenhafte Anhäufung und festes Verkleben der äusseren verhornten Zellen derbe Decklagen, Platten, Stacheln u. s. w., als deren grossartigstes Beispiel wohl die vom Gaumen herabhängenden faserigen Hornplatten der Walfische angeführt werden kann. Bei den Reptilien finden sich an gewissen Stellen Cuticularsäume auf den obersten Zellen, wie ich sie schon früher (Epithel- und Drüsenzellen p. 173 und Taf. IX, Fig. 9), von der Zunge einer Schildkröte beschrieben habe, während daneben andere Partien mit flimmertragenden und wieder andere mit verhornten Zellen gedeckt sind.

Die letztere Form der Bedeckung zeigt z. B. die Zunge der Schlangen und Saurier und habe ich an den äussersten Zellen der Hornlage auf den feinen Zungenspitzen von Coluber natrix einen ähnlichen Besatz von zahlreichen dicht nebeneinander stehenden kleinen Höckern auf der Aussenfläche wahrgenommen, wie er oben

an den äussersten Zellen des Epithels beschrieben wurde, welches die sog. Daumendrüsen der Froschmännchen deckt. Auch bei den Amphibien finden sich in der Mundhöhle alle drei Formen der Epithelbegrenzung. Am verbreitetsten ist hier wohl die Bedeckung durch Flimmerzellen, doch habe ich auch bei Pipa (Taf. II, Fig. 26) und wie schon in der früheren Arbeit (Epithel- und Drüsenzellen, p. 171 und Taf. IX, Fig. 3) geschildert ist, bei Triton mit einfachem hyalinen Cuticularsaume versehene Zellen in der äussersten Grenzschicht des Zungenepithels gefunden. Der Verdacht, dass dies etwa Flimmerepithelzellen gewesen seien, welche durch die Präparation die Cilien verloren haben könnten, widerlegt sich durch die eigenthümlichen kegelförmigen oder selbst kolbigen Auswüchse, welche diese Deckel bei Tritonen sowohl an ganz frisch in Speichel untersuchten als an in Müller'scher Lösung macerirten Zungenepithelien häufig zeigten (Taf. XVIII, Fig. 27. b, c).

Mit besonderem Interesse habe ich die Hornbildungen studirt, welche an einzelnen ganz bestimmten Stellen in der Amphibienmundhöhle vorkommen. Zunächst gehören hierher die als provisorische und rein epitheliale Gebilde bekannten Zähne der Froschlarven. Kölliker nennt zwar die kleineren Zähne cuticulare [1]), und nur die grösseren durch Verhornung entstandene Bildungen (Gewebelehre p. 53 und 54); nach meinen eigenen Beobachtungen muss ich indessen für alle den letzteren Entstehungsmodus annehmen.

Während die Hauptzähne der Froschlarven als ein paar derbe, stumpfwinklig nach der Fläche gebogene Hornscheiden knorpelig gestützten Querwülsten des Ober- und Unterkiefers aufliegen, finden sich auf seitlichen, den Lippenwülsten angehörigen Papillen Reihen feiner Stifte, welche man wohl als Nebenzähne bezeichnen kann. Diese Nebenzähne, mit denen wir uns zunächst beschäftigen wollen, ragen mit etwas nach hinten gerichteten, schwach gebogenen äusseren Enden frei aus dem geschichteten Plattenepithel der Papillen hervor. An solchen senkrechten Durchschnitten des ganzen Epithellagers, welche einen einzelnen Stift in der Seitenansicht zeigen (Taf. XVII, Fig. 12), erkennt man deutlich, wie der freie, hornartig

1) Die in den Würzb. Verh. 1857 Bd. VIII. Taf. III. Fig. 32 von Kölliker gegebenen Abbildungen scheinen mir gerade für die Verhornung beweisend zu sein, da ja mit der zunehmenden Entwicklung dieser ersten zunächst noch einzelligen Zähnchenanlage das Protoplasma immer mehr schwindet.

durchscheinende und dunkelbraun gefärbte, äussere Theil des Zähnchens nach unten zu mit einer zunächst noch ähnlich gebildeten, aber weniger dunkeln Fortsetzung in eine continuirliche, bis auf die bindegewebige Grundlage hinabreichende Reihe von Zellen übergeht, welche sich durch Grösse, Form und Inhalt vor den übrigen Elementen dieses Epithels auszeichnen. Nur am untersten Ende der ganzen Reihe finden sich, dem Papillenstroma unmittelbar aufsitzend, ein paar kleine unregelmässig rundliche, wenig scharf umgrenzte körnige Zellen, welche von den benachbarten gewöhnlichen Epithelzellen wenig differiren. Doch schon die nächstobern, platt kuchenförmigen und bedeutend grösseren Glieder dieser Zellenreihe markiren sich durch scharfe und glatte membranöse Begrenzung, hellen, leicht körnig getrübten Inhalt und klare, quergelagerte, bläschenförmige Kerne mit grossen, glänzenden Kernkörperchen. Weiter hinauf verändern diese Zellen, an Grösse noch etwas zunehmend, insofern ihre Form, als sie sich kappenartig nach der Fläche biegen, die Convexität nach oben kehrend. Dabei kommt aber die höchste Wölbung nicht sowohl in der Mitte als in der Nähe des hinteren Randes zu liegen und findet gleichzeitig eine Abplattung von vorn und oben her Statt, so dass die einzelnen Elemente Aehnlichkeit mit schräg abgeschnittenen Tüten erhalten, auch wohl ihrer ganzen Anordnung nach einer Reihe in einander gesteckter Pantoffeln gleichen (Taf. XVII, Fig. 12). Die Kerne, welche zunächst etwas mehr nach der Vorderseite hingedrängt werden, verschwinden weiter hinauf vollständig unter gleichzeitiger Verhornung und Bräunung der Zellen, welche am oberen Ende der Zähnchen zu derben, structurlosen Hornschüppchen werden. Die Form dieser vollständig verhornten Zellen scheint bei den verschiedenen Batrachierarten sehr zu differiren; während sie bei Larven von Pelobates fuscus platte, glatt abgerundete Ränder zeigen (Taf. XVII, Fig. 12), sind sie bei Larven von Rana esculenta an den krallenartig umgebogenen platten Enden mit kleinen, eigenthümlich gestalteten Zacken versehen (Taf. XVII, Fig. 13).

Der scharfe obere Rand jedes Hauptzahnes wird von einer einzigen Reihe von Stiftchen gebildet, welche sich seitlich so dicht aneinanderlegen, dass sie eine zusammenhängende wallartige Zahnkrone bilden. Jedes einzelne dieser Stiftchen besteht auch hier aus einer nach hinten übergebogenen Zellenreihe, deren Biegung aber, wie man an jedem senkrechten Durchschnitt, der eine Seitenansicht er-

möglicht (Taf. XVII, Fig. 11), sieht, keine ganz gleichmässige, sondern eine mehr hakenförmige, mit unterem gebogenen und oberem graden Ende ist.

Der Character der eine solche Reihe zusammensetzenden Zellen ändert sich von unten nach oben zu in ähnlicher Weise wie bei den Nebenzähnen. Während die untersten nicht wesentlich von den benachbarten gewöhnlichen Epithelzellen verschieden sind, zeichnen sich die nächstoberen durch Grösse, Plattenform, hellen Inhalt und quergelagerten Kern aus. Weiter hinauf bekommen sie eine nach oben convexe Flächenbiegung, wobei die Kerne mit dem umgebenden körnigen Protoplasma mehr nach dem vorderen Rande zu rücken. Bald verwandelt sich diese zunächst einfach rundliche Wölbung in eine mehr tütenförmige Ausbauchung, welche aber central bleibt, so dass die Spitzen dieser ineinandergesteckten Tüten stets den Mitteltheilen der Zellen entsprechen. Mit der nach oben stetig zunehmenden Verhornung werden die Kerne der Zellen allmälig undeutlicher und verschwinden schliesslich ganz. Was den Hauptzähnen der Froschlarven eine so grosse Festigkeit gewährt, ist der Umstand, dass sich die obere Zellenschicht des wallartigen Epithellagers, in welchem sie stecken, vor und hinter ihnen zu einer derben, sich an sie selbst anlegenden und fest mit ihnen verschmelzenden Horndecke umwandelt, die ebenso wie die äussersten Enden der Stifte durch braunschwarze Färbung sich markirt, und aus ganz flachen vollständig verhornten Schüppchen besteht. In der Fig. 11 auf Taf. XVII ist die äussere Grenze einer solchen Horndecke durch dunkle Linien angegeben.

Auch bei erwachsenen Amphibien können Hornzähne vorkommen; wenigstens habe ich in der Mundhöhle von Pipa dorsigera mehrere hintereinanderstehende Reihen kleiner spitzer, etwas schräge nach hinten geneigter, aber ziemlich gerader Zähnchen der Art gefunden, von denen in Fig. 14 auf Taf. XVII zwei in seitlicher Ansicht dargestellt sind. Etwa an der Grenze des unteren und mittleren Dritttheiles der ganzen Epithelhöhe folgen auf die Stachel- und Riff-Zellen gewöhnlicher Formation senkrechte Reihen von erst niedrig kegelförmigen, nach oben zu höheren, endlich tütenartig gebildeten, in einander steckenden Zellen, von denen die ein oder zwei obersten nicht mehr das den übrigen zukommende körnige Aussehen und den runden bläschenförmigen Kern zeigen, sondern (vornehmlich die äusserste) gleichmässig hell durchscheinend und stark lichtbrechend, also verhornt erscheinen.

Während bei den Fischen die Mundhöhle im Allgemeinen die nämliche Epithelbekleidung wie die äussere Haut besitzt, also mit Zellen gedeckt ist, welche cuticulare Säume tragen, kommen doch auch hier wie in der Epidermis nicht selten bestimmte Stellen vor, welche mit Horndecken versehen sind. Dahin gehören die Hornzähne in der Mundhöhle von Petromyzon, welche aus sehr compacten, stellenweise hochgeschichteten Lagen heller, fest verleimter, verhornter Epithelzellen bestehen, deren jede noch eine kleine centrale Lücke besitzt, gefüllt mit wenig körniger Masse (Taf. XVII, Fig. 10). Interessant ist die eigenthümliche Weise, wie sich diese Hornzähne seitlich gegen das umgebende, mit Cuticula tragenden Zellen gedeckte Epithellager absetzen. An senkrechten Durchschnitten einer solchen Grenzregion (Taf. XVII, Fig. 10) lässt sich leicht erkennen, dass der dünne äussere Rand der Hornschicht unter die oberste Zellenlage der umgebenden Epithelpartie mehrere Zellenbreiten weit eindringt, um hier als stark und gleichmässig lichtbrechende, helle Platte mit oberer glatter Begrenzung mitten im Epithellager zu enden.

Die Oesophagus-Innenfläche ist bei den niederen Wirbelthieren mit einer Flimmerepitheldecke, bei den höheren mit einer geschichteten Decklage verhornender, meistens der Abreibung unterworfener Zellen versehen.

Die eigenthümlichen Cylinderepithelzellen auf der Mageninnenfläche, bei denen die obere Mündung durch eine weiche Masse verlegt wird, habe ich an einem anderen Orte (Epithel- und Drüsenzellen p. 174 und Taf. X, Fig. 1—15) bereits ausführlich beschrieben und abgebildet.

Dass einer solchen weichen Grenzschicht an der Aussenseite einer Magenepithelzelle der morphologische Werth eines Cuticularsaumes zukommt, wird um so wahrscheinlicher, als wir mit ihr ohne Zwang die halbweichen Deckschichten auf den oben beschriebenen Zungenepithelzellen von Tritonen vergleichen können, und diese wieder den Grenzsäumen der Dünn- und Dickdarmepithelien, sowie den Cutikularschichten nahe stehen, die auf den äussersten Zellen der Fischepidermis vorkommen.

An den Flimmerzellen wird wohl der bekannte, stark lichtbrechende Grenzsaum, welcher den Zellenkörper nach oben abschliesst und durch porenartige Lücken wahrscheinlich die Cilien durchtreten lässt, als eine cuticulare Schicht aufzufassen sein.

So verschieden nun auch die besprochenen Cuticularbildungen

nach Form, Structur, Consistenz und Lichtbrechungsvermögen erscheinen, stimmen doch alle darin überein, dass sie stets an einer bestimmt begrenzten Stelle der Zellenoberfläche dem mehr oder minder körnigen Zelleninhalte unmittelbar aufliegen, so dass, wenn die Zelle im Uebrigen von einer Membran umschlossen wird, diese nur bis an den Seitenrand des cuticularen Deckstückes heranreicht, oder sich mit ihm verbindet. Die Cuticula steht also an Stelle der Zellmembran, ist wie diese ein Umwandlungs- oder Ausscheidungsprodukt des Protoplasma, und ihr morphologisch gleichwerthig, so wesentlich sie sich in physikalischer und chemischer Beziehung von ihr unterscheiden kann. Dass übrigens auch cuticulare Bildungen in ihrer chemischen Constitution mit Zellmembranen oder deren Umwandlungsprodukten, wie wir sie in den Hornschuppen vor uns haben, nahe übereinstimmen können, scheint aus einer Reihe von mikrochemischen Reactionen hervorzugehen, welche mir die cuticularen Kappen von Hippocampus brevirostris lieferten.

Während dieselben in kochender Kalilauge sich unter voraufgehender Quellung langsam lösten, wurden sie von kalter, concentrirter Schwefelsäure nur wenig, von Essigsäure, Salzsäure und Salpetersäure gar nicht angegriffen, verhielten sich also wie verhornte Zellen. Demnach wird wohl die chemische Untersuchung in zweifelhaften Fällen keinen Aufschluss darüber geben können, ob cuticulare oder Horn-Bildungen vorliegen.

Nachtrag.

Der vorstehende Aufsatz war bereits seit einem Monate an den Herausgeber dieses Archives abgesandt, als mir eine Arbeit von F. Leydig (Ueber Organe eines sechsten Sinnes, in den Nova Acta acad. Leopold. Carol. Bd. XXXIV) zu Gesicht kam, worin einige der von mir oben geschilderten Oberhautbildungen ebenfalls besprochen aber zum Theil abweichend gedeutet werden. Leydig nennt l. c. p. 21 die äusserste helle Lage der Oberhaut erwachsener Tritonen Cuticula und lässt die kleinen Höcker der Oberfläche aus je einer grösseren Epidermiszelle und einem aufliegenden verdickten, breiten, glänzenden Cuticularsaume bestehen. Nach meiner oben entwickelten und begründeten Auffassung besteht die äusserste helle Schicht der Epidermis erwachsener Tritonen und Batrachier nicht aus einem Cuticularsaume sondern aus einer Lage verhornter Zellen. Ferner nennt Leydig (l. c. p. 21) die »Kiefer-

platten und Hornzähne« der Larven von Fröschen und Kröten: »Cuticularabscheidungen«. Ich habe oben ausführlich die Gründe dargelegt für meine Behauptung, dass jene beiden Bildungen aus verhornten Epithelzellen bestehen und keine cuticularen Bildungen sind. Auch die in die Drüsenausführungsgänge von der äussersten hellen Epidermisschicht hinabragenden hellen Röhren kann ich nicht, wie Leydig (l. c. p. 22) für Cuticularfortsätze halten, sondern finde, dass sie aus verhornten Zellen bestehen.

Auf p. 19 derselben Arbeit liest man Folgendes: »Die Schleimzellen oder einzelligen Drüsen in der Epidermis und dem Epithel der Wirbelthiere habe ich in neuerer Zeit nicht mehr untersucht, mit um so grösserem Interesse aber die eben erschienene Arbeit von F. E. Schulze, Epithel- und Drüsenzellen, im Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. III, in die Hand genommen. Ich zolle derselben meine volle Anerkennung, trotzdem der Verfasser sich bemüht, meine Beobachtungen, durch welche doch zuerst die Organe bekannt und richtig gedeutet wurden, möglichst in den Hintergrund zu drängen, um alles Licht auf seine Beobachtungen wirken zu lassen.«

Mit tiefem Bedauern lese ich diese Beschuldigung von einem Manne, dessen wissenschaftliche Arbeiten ich stets mit Bewunderung studirte, und den ich als einen der Hauptbegründer der vergleichenden Histiologie hoch zu verehren nie aufhören werde. Ich überlasse es dem Urtheile der Fachgenossen zu entscheiden, ob ich die vor meinen Untersuchungen publicirten Beobachtungen Leydig's über Becher- oder Schleimzellen dadurch »möglichst in den Hintergrund gedrängt habe«, dass ich diejenigen beiden Stellen aus seinen Arbeiten, an welchen er sich am Genauesten und Eingehendsten über die Form und Function jener Gebilde (aus der Fischoberhaut) ausgesprochen hat, auf p. 145, Bd. III dieses Archiv's ziemlich zu Anfang meiner Arbeit, vollständig und wörtlich anführte, und einige Zeilen vorher angab: »Elemente der Art scheinen in der Fischhaut zuerst von Leydig gesehen zu sein.« Letzteres kann doch nur so viel heissen, dass vor Leydig kein Anderer diese Gebilde in der Fischhaut gesehen zu haben scheint. Ich glaubte aber die Möglichkeit nicht ausschliessen zu können, dass so auffallende und leicht zu sehende Bildungen, wie die Becherzellen in der Fischhaut, nicht schon vor Leydig von diesem oder jenem Beobachter sollten gesehen sein; und ich musste mich ausserdem wegen der hier am Orte

schwer zu erlangenden Litteraturübersicht, besonders der älteren und fremdländischen Litteratur, mit einiger Vorsicht ausdrücken.

Ob jene auffallenden Zellen in den unteren Schichten der Epidermis von Proteus, den ich in Spiritusexemplaren untersuchte, und der mir nicht zugänglichen Landsalamanderlarven, auf welche Leydig früher aufmerksam gemacht hat und auf welche er sich jetzt beruft, wirklich zu den Becherzellen zu rechnen seien, war mir zweifelhaft; ich glaubte daher einstweilen diese Gebilde noch ausser Acht lassen zu müssen, bis mir die Gelegenheit würde, sie an lebenden Thieren zu studiren.

Was endlich die Becherzellen im Darmkanal angeht, so scheinen mir die, wie ich auch jetzt noch behaupten muss, nicht sehr bestimmten und eingehenden Angaben und Beschreibungen, welche Leydig auf p. 310 seiner Histologie (1857) giebt, ebenso wie die weit früher, schon im Jahre 1843, publicirten ähnlichen Beobachtungen von Gruby und Delafond (Comptes rendus Bd. XVI p. 1194) und einiger anderer Autoren, welche die Becherzellen am genannten Orte schon vor Leydig gesehen hatten, nicht so viel Berücksichtigung zu verdienen als die präciseren, wenn auch nicht immer richtigen Darstellungen von Henle, Letzerich und anderen.

Uebrigens muss ich mich wundern, dass Leydig selbst bei solchen Ansprüchen an die Aufmerksamkeit anderer Forscher, bei der Besprechung der becherförmigen Organe der Fische (l. c. p. 16 und 17) meine in diesem Archive Bd. III p. 153 gegebene Darstellung und Deutung derselben als Geschmacksorgane völlig ignorirt.

Noch habe ich einige kleine Missverständnisse zu berichtigen, welche Leydig bei der Lectüre meiner Arbeit: »Ueber die Nervenendigung in den sogenannten Schleimkanälen der Fische und über entsprechende Organe der durch Kiemen athmenden Amphibien« (Archiv für Anat. und Phys. 1861) begegnet sind. Aus meiner Darstellung der Seitenorgane bei den Tritonlarven, welche folgendermassen beginnt: »An den den Schleimkanälen der Fische entsprechenden Stellen zeigen sich bei den Tritonlarven dieselben zelligen Hügel, die wir dort kennen gelernt haben. Auch sie bestehen aus einer bindegewebigen Grundlage und einer dieselbe bedeckenden Schicht von in frühester Jugend rundlichen, später zu länglichen Cylindern werdenden Zellen« entnimmt Leydig, dass ich in den Seitenorganen nicht wesentlich epidermoidale Gebilde sehe. Ich hoffe, dass

nicht jeder Leser diesen Eindruck wird erhalten haben. Wahrscheinlich hat mein Ausdruck Grundlage zu dem Irrthume Leydig's Veranlassung gegeben. Bei der Beschreibung der ganzen Seitenorgane glaubte ich auch die kleinen Hügel des bindegewebigen Cutisstromas nicht unberücksichtigt lassen zu dürfen, auf welchen die aus cylindrischen Epithelzellen zum grössten Theile gebildeten Organe aufsitzen, wie ein solcher Hügel von Leydig selbst in seiner Fig. 16 abgebildet ist; und nannte diesen Cutishügel einfach die Grundlage für das aufliegende, natürlich epitheliale Gebilde.

Die Hohlräume, welche sich in meiner Zeichnung um die Seitenorgane im umgebenden Epithel angedeutet finden, habe ich damals einfach so abgebildet, wie sie sich in dem Präparat, welches ich zeichnete, mir, vielleicht bei unzweckmässiger Einstellung, grade darstellten, ohne dass ich mich zu jener Zeit eingehender mit denselben beschäftigt hätte.

Welche Darstellung des feineren Baues der Seitenorgane bei den Amphibienlarven, die von Leydig oder die meinige, die richtige ist, werden weitere Untersuchungen lehren.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVII und XVIII.

Taf. XVII.

Fig. 1. Ein Stückchen der obersten Epidermiszellenlage von Epicrium glutinosum, mit vier anhängenden Zellen der zweiten Lage. 400/1.

Fig. 2. Bei der Häutung abgestossene äusserste Epidermiszellenlage vom Kopfe eines Triton taeniatus. 200/1.

Fig. 3. Optischer Durchschnitt einer solchen Zellenlage. 200/1.

Fig. 4. Aeusserste Epidermiszellenlage vom Kopfe einer Pipa dorsigera. 400/1.

Fig. 5. Aeusserste Epidermiszellenlage der Unterseite eines Vorderfusses von Pipa dorsigera. 400/1.

Fig. 6. Optischer Durchschnitt der äussersten Zellenlage einer flachen Epidermisregion von der Unterseite des Vorderfusses von Pipa dorsigera. 400/1.

Fig. 7. Durchschnitt durch einen flachen grösseren Epidermishöcker an der Seite des Rumpfes von Pipa dorsigera. Die äusserste verhornte Zellenlage ist etwas abgehoben. 400/1.

Fig. 8. Die beiden äussersten Zellenlagen einer ähnlichen Epidermispartie wie sie in Fig. 7 dargestellt sind. Hier die Zellen pigmentirt. 400/1.

Fig. 9. Senkrechter Durchschnitt durch die Epidermis zweier Papillen der Daumendrüse eines in Spiritus conservirten brünstigen Männchens von Rana esculenta. 400/1.

Fig. 10. Senkrechter Durchschnitt durch die Randpartie eines Hornzahnes und das umgebende Epithel, aus der Mundhöhle von Petromyzon fluv. 300/1.

Fig. 11. Senkrechter Durchschnitt durch den Hauptzahn einer 20 Mm. langen Rana esculenta Larve. Seitenansicht eines Stiftchens. 400/1.

Fig. 12. Senkrechter Durchschnitt durch das Epithel einer Nebenzähne tragenden Lippenpapille von einer grossen Pelobates fuscus Larve. 400/1.

Fig. 13. Nebenzähne einer 30 Mm. langen Larve von Rana esculenta, in der Ansicht von hinten. 400/1.

Fig. 14. Seitenansicht zweier Hornzähne aus der Mundhöhle einer Pipa dorsigera. 400/1.

Taf. XVIII.

Fig. 1. Flächenansicht einiger flachen Epidermiszellen der äussersten Lage, von Hippocampus brevirostris. 500/1.

Fig. 2. Seitenansicht einer solchen Zelle. 500/1.

Fig. 3. Ganz niedrige Flammenzelle von der Rückenflosse eines Hippocampus brevirostris. 400/1.

Fig. 4. Niedrige Flammenzelle, ebendaher. 400/1.

Fig. 5. Abgelöste Kappe einer solchen Zelle. 400/1.

Fig. 6. Flammenzelle von der Basis der Rückenflosse eines Hippocampus brevirostris. 400/1.

Fig. 7 und 8. Kleine Flammenzellen von der Seite des Rumpfes eines Hippocampus brevirostris. 400/1.

Fig. 9. Isolirter Körper einer grossen und breiten Flammenzelle von der Seite des Rumpfes einer Hippocampus brevirostris. 400/1.

Fig. 10. Isolirte Kappe einer grossen und breiten Flammenzelle von der Seite des Rumpfes eines Hippocampus brevirostris. 400/1.

Fig. 11. Senkrechter Durchschnitt durch die Epidermis der Seite des Schwanzes von Hippocampus brevirostris mit einer schmalen und langen Flammenzelle. 400/1.

Fig. 12. Senkrechter Durchschnitt durch die Epidermis der Seite des Rumpfes von Hippocampus brevirostris mit einer breiten Flammenzelle. 400/1.

Fig. 13. Eine hohe, schmale Flammenzelle von der Unterseite des Schwanzes eines Hippocampus brevirostris. 400/1.

Fig. 14 und 15. Senkrechte Durchschnitte durch die Epidermis der Rückenseite des Rumpfes von Hippocampus longirostris, mit je einer Flammenzelle. 400/1.

Fig. 16. Isolirte Flammenzelle aus der Epidermis von Hippocampus comes. 400/1.

Fig. 17. Senkrechter Durchschnitt durch die Epidermis der Seite des Rumpfes von Hippocampus brevirostris. 400/1. In der unteren Partie des Epithels finden sich einzelne gleichmässig und stark

lichtbrechende Klümpchen von fettähnlichem Aussehen, welche sich indessen in Aether nicht lösen. Diese bald ganz rundlichen, bald mit unregelmässig gestalteten kurzen Aesten versehenen Klümpchen scheinen nach Art der Fetttropfen in Zellen eingeschlossen zu sein. Oft sah ich sie von deutlicher Membran umgeben und dieser bisweilen einen platten Kern innen anliegen.

Fig. 18. Flächenansicht eines Stückchens von der Epidermis der Seite des Rumpfes eines Hippocampus brevirostris. 400/1.

Fig. 19. Dünner Querschnitt einer breiten Flammenzellen-Kappe von Hippocampus brevirostris, von der Fläche gesehen. 400/1.

Fig. 20. Derselbe Schnitt, von der Seite gesehen. 400/1.

Fig. 21. Flächenansicht von oben auf eine Zelle der äussersten Epidermislage von einer grossen in Spiritus conservirten Pelobates fuscus Larve. 500/1. Man sieht in den Maschen des Cuticularsaumes die stark lichtbrechenden rundlichen Körperchen.

Fig. 22. Flächenansicht einer ähnlichen Zelle, ebendaher, aus deren Cuticularsaum die kleinen stark lichtbrechenden Körperchen herausgefallen sind. 500/1.

Fig. 23. Seitenansicht einer ähnlichen Zelle, ebendaher. Die Körperchen sind in dem Cuticularsaume sichtbar. 500/1.

Fig. 24. Seitenansicht einer Zelle aus der äussersten Epidermisschicht einer in Müller'scher Lösung conservirten grossen Larve von Rana esculenta. 500/1. Die Körperchen sind aus den Lücken des Cuticularsaumes herausgefallen.

Fig. 25. Freie aus den Nischen des Cuticularsaumes einer äussersten Epidermiszelle herausgefallene, eiförmige, stark lichtbrechende Körperchen. Von einer grossen in Müller'scher Lösung conservirten Larve von Rana esculenta. 500/1.

Fig. 26. Epithelzellen aus der Mundhöhle von Pipa dorsigera. 400/1.

Fig. 27. Epithelzellen von der Zunge eines Triton taeniatus, in Müller'scher Lösung erhärtet. 300/1.

Studien über die Architektonik der Grosshirnrinde des Menschen.

Von

Dr. **Rudolf Arndt**,
Privatdocenten in Greifswald.

Hierzu Tafel XIX, Fig. A—M.

III.

Die auf den nachstehenden Seiten mitgetheilten Untersuchungen sind zwar nicht wie die früheren vornehmlich am menschlichen Gehirne und unter blosser Zuhülfenahme von Thiergehirnen gemacht worden, sondern die letzteren haben ausschliesslich ihnen zu Grunde gelegen. Doch stimmen ihre Resultate so vollkommen mit denen der ersteren überein, dass ich es nicht ungerechtfertigt finde, sie unter demselben Titel mitzutheilen. Sie betreffen die Entwickelung der centralen Ganglienkörper und die Bedeutung der körnig-faserigen Substanz, zwei Gegenstände, die, soviel briefliche und mündliche Auseinandersetzungen mich inzwischen belehrt haben, in der Art und Weise, wie ich sie im vorigen Bande des Archivs darzustellen versuchte, manchen Anstoss erregt haben und noch weiter erregen dürften. Und doch war ich meinem Dafürhalten nach ausser Stande es anders zu thun. Meine Beobachtungen zwangen mich zu den Annahmen, zu welchen ich gekommen, und die gegenwärtig gang und gäben Anschauungen von der Entwickelung der Gewebe widersprachen ihnen. Ich vermochte das Dilemma, in das ich gerathen war, nicht zu lösen, liess deshalb die Sache vorläufig auf sich beruhen und begnügte mich, unbekümmert um bestimmte histiogenetische Grundsätze, mit der einfachen Beschreibung des Gesehenen. Wie dieses weiter zu verwerthen sei, das musste der Zukunft und er-

neuten Studien überlassen bleiben. Gab doch das Mitgetheilte ohnedies schon mannigfache Aufschlüsse über die noch immer so räthselhaften Gebilde der Centralorgane, und war damit doch immer auch ein Schritt vorwärts in der Erkenntniss derselben gethan. Ich glaube, man wird mir das letztere auch gern einräumen, wenn man die Arbeiten Max Schultze's[1]) über die Strukturelemente des Nervensystems, welche kurz vorher erschienen waren und gleichsam im Voraus viele Angaben bestätigten, mit demselben vergleicht, zumal wenn man von einigen Deutungen, in denen ich weiter als er gegangen bin, absieht. Nichtsdestoweniger blieb ich mir bewusst, dass es nöthig sei, Gesichtspunkte ausfindig zu machen, welche gestatteten, die anscheinend so fremdartigen Vorgänge auf allgemein gültige Grundsätze zurückzuführen; und sobald mir von wirklich massgebender Seite Zweifel und Bedenken gegen meine Auslassungen zugingen, war ich doppelt bemüht, sie zu finden. Dass dies nur auf dem Wege der Beobachtung an der Hand der Entwickelungsgeschichte geschehen könne, konnte kaum einem Zweifel unterworfen sein. Ich richtete mir deshalb eine Kaninchenzucht ein und untersuchte die Gehirne dieser Thiere von ihrem ersten Lebenstage an bis dahin, wo ich meinen Zweck erreicht zu haben glaubte.

Behufs dieser Untersuchungen wurde dem rasch getödteten Thiere das Gehirn mit dem obersten Theile des Rückenmarkes entnommen, dieses sofort in Jodserum gelegt und unmittelbar darauf in demselben zerzupft der mikroskopischen Besichtigung unterworfen. Das Jodserum war zum Theil ganz frisch und von sehr geringem Jodgehalte, zum Theil schon älter und stärker mit Jod versetzt, die Farbe des ersteren blass weingelb, die des letzteren leicht braun, wie Sherry. Es kam zur Anwendung in der gewöhnlichen Zimmertemperatur von 16—18° C. und einer Erwärmung bis auf 36° C. Letzteres geschah um einer zu raschen Abkühlung vorzubeugen und einer etwaigen Gerinnung durch Kälte möglichst entgegen zu wirken. Zur vollständigeren Durchführung dieser Absicht wurden auch die Objektträger erwärmt und die Untersuchung auf erwärmtem Objecktitsche vorgenommen. Die Vergrösserung, der ich bei diesen Untersuchungen selbst mich bediente, war eine der stärksten, die

1) Max Schultze. Observationes de structura cellular. fibrar. nervear. Bonnae 1868 und über die Strukturelemente d. Nervensyst. in Strickers Handbuch d. Lehre v. d. Geweb. Leipzig 1868.

überhaupt existiren, Noberts System 6 à l'immers. in Verbindung mit Hartnacks Ocular 3 und 4, eine Vergrösserung, welche das erste Mal das 1000fache, das zweite Mal das 1530fache beträgt.

Die Bilder, welche ich zu sehen bekam, unterschieden sich von früher gesehenen, zu deren Herstellung differentere Zusatzflüssigkeiten gedient hatten, wenigstens in den charakteristischen Eigenschaften gar nicht. Ebenso konnte ich keine wesentlichen Verschiedenheiten an den Bildern wahrnehmen, die mit frischerem oder älterem, schwach oder stark jodhaltigem Serum, kalt oder erwärmt, sofort oder erst am anderen Tage hergerichtet worden waren. Der Einfluss der verschiedensten gebräuchlichen Agentien, der Zeit, des Wechsels der Temperatur scheint sich aus diesem Grunde bei dem uns beschäftigenden Gegenstande hauptsächlich darauf zu beschränken, die vorhandenen Bildungen schärfer hervortreten zu machen, keineswegs aber so oft und leicht zu freien Gerinnungen zu führen, als man vielfach annimmt. Welchen Einfluss das Erlöschen des Lebens, der Zutritt der Luft hat, das ist noch eine zu beantwortende Frage. Darf man aber aus analogen Verhältnissen schliessen, so wird derselbe kaum als ein bedeutender anzusehen sein.

Was man daher von einigen Seiten bis vor kurzer Zeit noch als Gerinnungsprodukte bezeichnen zu müssen glaubte, insbesondere die Formationen der körnig-faserigen Substanz, das lässt sich sonach auch aus diesen Beobachtungen wieder als präexistirende Gebilde erkennen. Das aus feinsten Fäden gebildete sogenannte Reisernetz in all den verschiedenen Modificationen und Umbildungen, welche ich zu beschreiben mich bemüht habe, eingebettet in eine körnig-gallertige Masse, ist schon in lebenden Wesen vorhanden und nur die Körnchen vielleicht, welche denselben anhaften, sind als postmortale Gerinnungen anzusprechen. Doch sage ich nur vielleicht, — ich will die Möglichkeit eines solchen Vorganges nicht ausschliessen — Verhältnisse aber, die wir noch kennen lernen werden, sprechen viel eher für das Gegentheil.

Ausserdem kann man als neuen Beweis für die Präexistenz des fraglichen Reisernetzes noch das Stärker-Werden seiner Glieder betrachten. Wenn man nämlich von Tag zu Tage das Gehirn von Kaninchen desselben Wurfes untersucht, findet man in der grauen Substanz desselben am ersten Tage nur Spuren von Fadenbildungen. Stärker treten dieselben jedoch schon am zweiten, noch stärker am dritten Tage hervor. Während man am ersten Tage in vielen Fällen

noch zweifelhaft sein konnte, ob man es mit wirklichen Fäden oder nur mit fadenartigen Anordnungen der Molekule zu thun habe, kann man es vom dritten Tage ab nicht mehr sein. Noch später wird aller Zweifel dadurch benommen, dass die Fäden sich zu ganz bestimmten Körpern, zu Ganglienkörpern und Nervenfasern anordnen und in denselben eine Stärke und Deutlichkeit erreichen, dass die gewiegtesten Histiologen sie nicht mehr in Frage stellen.

Untersucht man nämlich das Gehirn eines neugeborenen, erst wenige Stunden alten Kaninchens in der angegebenen Weise, so findet man seine graue Substanz, gleichgültig woher sie stammt, ob aus dem Gross- oder Kleinhirn, aus dem Pes hippocampi oder den Pedenculis cerebri, aus Kernen zusammengesetzt, welche in eine körnig-gallertige Masse eingelagert sind. Die Kerne sind von verschiedener Grösse, und, durch Verbiegung öfters unregelmässig, scharf und einfach gerandet. Zuweilen jedoch scheint der Rand auch durch zwei Linien gebildet zu werden. Es hängt diese Erscheinung aber blos von der Einstellung ab und kann deshalb durch das Verschieben des Tubus beseitigt werden. Der Schärfe des Randes wird dadurch kein Eintrag gethan, sondern sie wird im Gegentheil eher erhöht. Diese letztere Einstellung dürfte deshalb als die genaueste angesehen werden müssen, und ich möchte auf sie um so mehr hingewiesen haben, als in Bezug auf die Frage von der Kernmembran sie nicht ohne Wichtigkeit ist. Durch sie erklärt es sich, dass Jolly den doppelten Kernkontour auch an solchen Kernen fortbestehen sah, die aus den Ganglienkörpern herausgerissen waren, ohne dass man die hyaline Umhüllung zu Hülfe zu nehmen braucht, deren häufige Anwesenheit ich nachgewiesen habe [1]).

Die Kernsubstanz erscheint matt perlgrau, äusserst feinkörnig. In ihrem Inneren finden sich drei, vier auch fünf grössere Körperchen eingesenkt, die eine kreisförmige Gestalt darbieten, hell glänzen, für gewöhnlich farblos sind, bei gewissen Einstellungen aber bläulich-grün, bei anderen mehr bräunlich schillern. Es sind wahre Kernkörperchen und die Gebilde, welche bei schwächeren Vergrösserungen als blosse Punkte erscheinen und zu der Annahme geführt haben, dass sie nur der Oberfläche des Kernes angehören [2]).

Die Kernoberfläche ist von einer zarten, durchsichtigen, an-

1) D. Arch. Bd. IV. p. 467.
2) D. Arch. Bd. IV. p. 443.

scheinend homogenen Masse bedeckt, die sich allseitig ausbreitet und in Folge von Verstümmelung ganz unregelmässige Formen zeigt. Bei genauerer Besichtigung findet man indessen, dass in derselben kleine Körnchen und höchst feine, zarte Fäden dicht an einander gedrängt liegen. Letztere scheinen mit den Körnchen in Zusammenhang zu stehen, häufig gradezu von ihnen auszugehen. Nachher kreuzen sie sich vielfach in ihrem Verlaufe und überziehen auf diese Weise die Kerne wie mit einem feinen unregelmässigen Netzwerke. Die kleinen Körnchen erscheinen dunkel, fast schwarz oder hell glänzend, bisweilen ebenfalls bläulich-grün oder mehr bräunlich schillernd. (Vergl. Fig. A. 1. 4. 5.)

Wenn man losgerissene Theile dieser körnig-faserigen Masse besichtigt, so sieht man die Körnchen in ihnen in ganz bestimmter Weise angeordnet. Sie erscheinen wie an verzweigte Fäden angeheftet, lassen indessen in den meisten Fällen nichts Bestimmtes erkennen. Betrachtet man die einzeln oder zu zwei, drei und noch mehr herumtreibenden Körnchen, die bei den angewandten starken Vergrösserungen, zumal bei abgedämpftem Lichte ich im Gegensatze zu früher recht häufig sah und meist in stark zitternder Bewegung fand, so zeigen sich dieselben als lichte Kreise, von einem zarten, matten Hofe umgeben und gewöhnlich durch feine Fäden unter einander verbunden. Diese Fäden sind am freien Rande als feine Spitzen und zwischen den Körnchen als dunklere Striche zu sehen. Nicht selten scheinen sie aber auch ganz zu fehlen und die Verbindung zwischen den einzelnen Körnchen sich nur durch die Verklebung ihrer Höfe zu machen. (Fig. C.)

Untersucht man das Gehirn eines Kaninchens am zweiten Lebenstage, so trifft man auf dieselben Bilder. Doch ist es mir vorgekommen, als ob viele Gebilde sich deutlicher präsentirten, weil sie derber und fester geworden. Natürlich kann das aber auch der reine Zufall sein und ganz allein auf individueller Entwickelung beruhen. Die körnig-faserige Masse scheint an vielen Kernen fester anzuhaften, an einzelnen nach einer bestimmten Richtung hin sich vorwiegend zu entwickeln und daher zapfenartige Verlängerungen der Kerne zu bilden. (Fig. A. 2. 3. 4.) In der Masse selbst sind hie und da ganz deutliche Fasern zu erkennen. Dieselben sind ausserordentlich blass und zart, von den Körnchen mehr oder weniger dicht bedeckt; sie verzweigen sich vielfach (Fig. B. 1. 2.), scheinen aber andererseits sich zu stärkeren auch wieder zu sam-

meln Fig. B. 3). Ob diese Fasern aus den feinen Fäden hervorgegangen sind, welche von den einzelnen Körnchen ausstrahlen?

Bei einem vier Tage alten Kaninchen findet man die erwähnten Vorgänge noch weiter gediehen. Im Stirnhirn zeigen verschiedene Kerne ein auffallendes Verhalten. Die Fäserchen der sie umgebenden Masse nehmen nach einer Richtung hin einen mehr paralellen Verlauf an, sie nähern sich dabei und bilden deutliche Zapfen oder Haken. (Fig. D. 1. 2. 3. 4.) Hie und da gelingt es, die Zapfen dünner und dünner werden und sich in unregelmässige körnig-faserige Masse verlieren resp. auflösen zu sehen. (Fig. D. 5.) Die Körnchen scheinen sich dabei von den Fäserchen abzulösen und zwischen denselben einzulagern. Ab und an stösst man auf sich bildende Nervenfasern. Die Elemente der körnig-faserigen Substanz legen sich zu breiteren faserartigen Gebilden zusammen (Fig. G), die feinsten Fäden verschmelzen untereinander, die Körnchen sondern sich von ihnen und liegen den neu entstandenen Bändern auf. Einige von ihnen vergrössern sich auffallend, vielleicht durch das Zusammenfliessen mehrerer, und treten als grössere glänzende Kügelchen ziemlich stark hervor. (Fig E. und F.) Während dieses Vorganges lösen die entstandenen Nervenfasern sich von den Kernen, aus deren Umhüllungmasse sie sich gebildet haben, ebenfalls ab, und diese letzteren liegen nunmehr frei da. Sie sind kleiner als die zuerst betrachteten, an denen es zur Bildung von Zapfen und Haken kam, sie sind glatt und unterscheiden sich dadurch nicht unerheblich von ihnen.

Der beschriebene Process ist nicht überall gleichmässig vorgerückt. Er ist im Pes hippocampi und in den Pedunculis cerebri vielfach weiter; im kleinen Gehirne dagegen schreitet er im Gegensatz zum Menschen nicht so rasch vor, sondern hält ziemlich gleichen Schritt mit dem im grossen Gehirne.

Bei einem sechs Tage alten Kaninchen und noch mehr bei einem achttägigen lassen alle Veränderungen sich noch deutlicher übersehen. Die Kerne der grauen Substanz sind mit derberen Faserbildungen bedeckt. Die Fäserchen, deutlich verzweigt, sitzen der Kernoberfläche, wie es scheint, rechtwinklig auf, verflechten sich vielfach unter einander und bilden stellenweise einen ziemlich dichten Filz. In abgerissenen und gut ausgebreiteten Stücken sind die Fäserchen in sehr bestimmter Weise zu sehen; ja sie lassen bisweilen sogar zwei Ränder erkennen, haben also eine gewisse Breite

erlangt. (Fig. I. 1. 2.) Auch die Körnchen scheinen grösser geworden zu sein, zeigen im Uebrigen aber das angegebene Verhalten. Die Kerne mit Zapfen- und Hakenbildungen haben an Zahl zugenommen. Man trifft sie jetzt allerwege, während man früher sie doch recht sehr suchen musste. Viele Kerne zeigen jetzt sogar mehrere Zapfen, einer davon hat sich aber übermächtig entwickelt und schweifartig verlängert. In allen Zapfen ist eine deutliche Längsfaserung zu sehen und die Faserung scheint unter einander Verbindungen einzugehen. Denn sowohl um den Kern herum, als über denselben hinweg sieht man die Fäserchen aus einem Zapfen in den anderen streben. Man kann nicht mehr zweifeln, dass man es mit sich entwickelnden Ganglienkörpern zu thun habe.

Je deutlicher die Form des Ganglienkörpers geworden, je mehr sich die eigenthümliche Faserung desselben herausgestellt hat, desto mehr löst er sich aus der ihn umgebenden körnig-faserigen Substanz heraus und desto seltener zeigt sein Kern noch mehr als ein Kernkörperchen. Letzteres aber ist ungleich grösser als jedes einzelne der früheren Kernkörperchen und darum wahrscheinlich durch das Zusammentreten dieser entstanden. (Fig. H. 1—5.) Auch jetzt noch sind alle diese Bildungen im Pes hippocampi und den an der Basis gelegenen Hirntheilen weiter vorgeschritten, haben aber nichts destoweniger doch noch nicht ihre Vollendung erlangt. (Fig. K. 1-3.)

Vollständig entwickelte Ganglienkörper habe ich erst am elften Tage in der Hirnrinde des Kaninchens gefunden. Die sämmtlichen Zapfen sind zu deutlichen Fortsätzen geworden und die Textur hat die Verhältnisse angenommen, wie sie Max Schultze[1]) von den Ganglienkörpern beschrieben hat. (Fig. 4.) Die unvollständige Faserung ist in eine continuirliche übergegangen, d. h. man sieht nicht blos mehr einzelne Striche, welche eine bestimmte Verlaufsrichtung einhalten, sondern deutliche weit zu verfolgende Fibrillen sind entstanden, welche aus dem Ganglienkörper in die Fortsätze, oder aus einem Fortsatz in den anderen hinziehen und zwischen sich die Körnchen liegen haben. Die Körnchen können deshalb nicht wohl als blosse Gerinnungsprodukte aufgefasst werden. Ihr stets gleiches Verhalten, ob sie in der körnig-faserigen Substanz vorkommen, oder ob sie in Ganglienkörpern oder endlich in Axencylindern[2]) vorkommen, spricht zu sehr dagegen und macht ihre

1) a. a. O.

2) Vergl. Max Schultze a. a. O.

Präexistenz ebenso wahrscheinlich, wie die der Fäden, denen sie anhaften. Berücksichtigt man aber die Ganglienkörper aus der Hirnrinde älterer Kaninchen, so ergiebt sich, dass der von Anfang an stärker entwickelte Fortsatz dem Hauptfortsatze oder Axencylinderfortsatze entspricht, die übrigen dagegen zu verästelten oder centralen Fortsätzen werden. Mit jedem Tage weiter mehrt sich die Zahl der Ganglienkörper, vermindert sich die Zahl der ursprünglich vorhandenen Kerne und es ist mehr als unwahrscheinlich, dass dies nicht mit der Umwandlung derselben in die ersteren zusammenhängen sollte [1]).

Wir hätten somit auch aus diesen Beobachtungen zu entnehmen, was zu anderen Zeiten uns die Beobachtungen am menschlichen Gehirne ergeben haben:

Die Kerne mit der sie umgebenden körnig-faserigen Substanz, der Neuroglia der Autoren, dem Reisernetze Bessers, wie sie sich im Gehirne des Neugeborenen und schon des Foetus finden, sind der Boden, aus dem alle späteren nervösen Gebilde der Centraltheile, sowohl die Ganglienkörper als auch die Nervenfasern hervorgehen. Ganglienkörper und Nervenfaser aber entstehen, indem die Fäden jener Substanz sich stärker entwickeln, mit einander verschmelzen und Fasern bilden, welche durch die centralen Fortsätze des Ganglienkörpers in diesem selbst sich sammeln und durch den peripheren unter Umständen [2]) innig verbunden in den Axencylinder einer Nervenfaser übergehen. Die centralen Fortsätze jedoch wurzeln in der körnigfaserigen Masse, aus der sich alles gebildet hat, und die als ein in bestimmter Richtung reizungsfähiges Gewebe zu betrachten ist.

Ueber diese Sätze hinaus war in dem letzten Artikel [3]) ich nicht gekommen, und ich muss anerkennen, dass, so lange man bei ihnen stehen bleibt, alle geschilderten Vorgänge vollständig ausserhalb der Zellular-Metamorphose zu stehen scheinen. Allein das ist in der

---

1) Ueber die Entstehung centraler Ganglienkörper aus Kernen, welche in eine molekuläre Masse eingebettet sind. vergl. Henle und Merkel in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXXIV. Heft 1. p. 80.

2) Vergl. hierüber dies. Arch. Bd. IV. pag. 502 u. 510.

3) ibid. pag. 512.

That nur Schein. Ganglienkörper wie Nervenfasern entwickeln sich aus Zellen, aber ebensowenig wie die letzteren noch als Zellen zu betrachten sind, sind es auch die ersteren. Ihnen kommen daher auch keine selbstständigen, specifisch cellulären Leistungen zu, sondern sie können nur Leiter sein. Ein Rückblick auf das Gesagte wird uns diess zeigen.

In der grauen Substanz des Gehirnes eines neugeborenen Kaninchens fanden wir nur Kerne, eingehüllt in eine gallertige, zum Theil körnig-faserige Masse. Das Nämliche findet sich beim neugeborenen Menschen. Diese Kerne mit ihrer Umhüllung haben wir als Zellen anzusehen, als Zellen mit einem schon zu bestimmten Zwecken modificirten Protoplasma. Woher diese Zellen stammen, in welchem Verhältnisse sie zu den spindelförmigen Embryonal-Zellen stehen, welche beim Menschen vor ihnen da sind, das muss ich für jetzt dahingestellt sein lassen. Genug, wir haben es mit ihnen als Zellen zu thun, deren Protoplasma in der Entwickelung zu anderen Formationen begriffen ist.

Dass ich diesem Umstande früher nicht Rechnung getragen habe, sondern, trotzdem mir Strickers [1]) und Schweigger-Seidels [2]) Einwendungen gegen Bessers [3]) Auseinandersetzungen über die Histiogenese der nervösen Gebilde in den Centraltheilen bekannt waren, dennoch die betreffenden Objekte für schon höhere Entwickelungsstufen von Zellen, für Derivate derselben gehalten und deshalb gegen ihre Zellennatur mich ausgesprochen habe, wenn dieses Letztere auch mit aller Reserve geschehen, ist ein Fehler. Ich erkenne ihn bereitwilligst an und halte deshalb für überflüssig, ihn erst noch durch die Gründe zu entschuldigen, welche zu ihm mich verleitet haben. Ich kann das um so mehr, als er auf die Beobachtungen und die Schlüsse, welche ich aus ihnen zog, von gar keinem Einfluss war, sondern mich blos verhinderte, die körnig-faserige Substanz, als terminales Fasernetz, in der Bedeutung zu würdigen, von der ich gegenwärtig glaube, dass sie ihr beizulegen sei.

Welche ist dies nun? — Die beschriebene Umhüllung der Kerne der grauen Substanz haben wir also als ein sich modificirendes Pro-

1) S. Stricker. Histogenetika. Wiener med. Wochenschrft. 1866. Nr. 93.

2) Schweigger-Seidel in Canstatts Jahresber. für 1866. Bd. 1. p. 29.

3) L. Besser. Zur Histogenese d. nerv. Elementartheile in d. Centralorg. u. s. w. Arch. f. pathol. Anat. etc. Bd. XXXVI.

toplasma anzusehen. Die Modification desselben wird von Tag zu Tag stärker. Die Fäden und Körnchen nehmen in ihm mehr und mehr zu und nehmen zugleich bestimmte Lagerungsverhältnisse an. Dadurch entsteht die später exquisit körnig-faserige Substanz, das terminale Fasernetz, dadurch entstehen die Ganglienkörper und die Nervenfasern. Ich habe früher [1]) nachzuweisen gesucht, dass das Wachsthum der Hirnrinde allein durch Zunahme der körnig-faserigen Substanz geschehe. Das modificirte Protoplasma dehnt sich also räumlich aus, es wächst, und es wächst wie das jeder anderen Zelle. Allein während an seiner Peripherie auf der einmal erlangten Stufe der Modification es stehen bleibt, keine weiteren Veränderungen eingeht, verdichtet es sich in dem centralen Theile, um den Kern herum, durch stärkere Wucherung seiner Fäden und das Verschmelzen derselben zu Fasern, zum Ganglienkörper und seinen Fortsätzen. Je weiter die Fasern des Ganglienkörpers und der Fortsätze sich entwickeln, je solider sie werden, desto mehr treten sie aus dem Zusammenhange mit dem übrigen Protoplasma heraus; schliesslich haben sich Ganglienkörper und Axencylinderfortsatz von ihm vollständig gelöst — einzelne Fäserchen mögen in Zusammenhang bleiben und dann Verbindungen des Ganglienkörpers mit der körnig-faserigen Substanz herstellen, wie sie Frommann [2]) beschreibt, — und nur die centralen Fortsätze, nachdem sie sich mehr und mehr aufgelöst haben, stehen noch durch ihre feinsten Endigungen mit ihm in inniger Beziehung.

In ähnlicher Weise entstehen auch die Nervenfasern. Das Protoplama der Zellen, aus denen sie sich bilden, wächst hier nur nicht allseitig, sondern verlängert sich lediglich nach zwei Richtungen [3]). Die Protoplasmafäden verschmelzen zum Axencylinder, die Körnchen sitzen dem erst entstandenen Axencylinder auf oder liegen zwischen seinen Fibrillen. Nachdem die Faserbildung des Axencylinders erfolgt ist, die Fasern [4]) eine gewisse Festigkeit gewonnen haben, lösen sie sich von den Kernen ab, und diese liegen frei ihnen zur Seite. Die Bildung des Axencylinders scheint darum immer seitlich vom Kerne zu erfolgen. Nur ausnahmsweise scheint sie auch einmal um den Kern

1) Dies. Arch. Bd. IV. p. 521.

2) Frommann. Ueber d. Färbung d. Binde- und Nervensubst. d. Rückenmarkes durch Argent. nitric. u. s. w. Arch. für path. Anat. etc. Bd. XXXII.

3) Dies. Arch. Bd. IV. pag. 498–499.

4) Ueber die Fasern des Axencylinders siehe Max Schultze a. a. O.

herum vor sich zu gehen. Die Fasern legen sich in diesem Falle nicht zu dem soliden Bande zusammen, sondern umstricken den Kern, wie bei der Bildung der Ganglienkörper. Es liegt dann der Kern im Axencylinder frei da, treibt diesen gewissermassen aus einander und bildet die sogenannten bipolaren oder spindelförmigen Ganglienzellen, welche ab und zu in den Verlauf einer Nervenfaser eingeschaltet sind. Es sind dieselben darum in der That nichts anderes, als Anschwellungen des Axencylinders, wie es Max Schultze [1]) und Leydig [2]) behauptet haben. Die spindelförmigen Ganglienkörper aus den hinteren Rückenmarkshörnern, der Substantia nigra der Hirnstiele, dem Corpus dentatum des kleinen Gehirnes, wenn sie überhaupt den Namen noch verdienen, sind dagegen ganz andere Gebilde. Das sind wirkliche Ganglienkörper, Concentrations- oder Zerstreuungspunkte für eine Summe von Erregungen.

Was aus den Körnchen wird, welche dem neu entstandenen Axencylinder noch anhaften, was ebenso aus einigen anderen zur Faserbildung des Axencylinders nicht verwandten Theilen des Protoplasmas wird (vergl. Fig. E u. F), muss dahingestellt bleiben. Die Axencylinder selbst aber, welche, wie ich dargethan zu haben glaube, von verschiedenen Zellen gebildet werden, verschmelzen unter einander und verschmelzen schliesslich auch mit dem Axencylinderfortsatze eines Ganglienkörpers, der ihnen entgegen wächst. Und so entsteht, wo er überhaupt vorhanden ist, aller Wahrscheinkeit nach allein auf diese Weise der Zusammenhang zwischen ihm und dem Axencylinder einer Nervenfaser, nicht aber, wie man früher angenommen hat, dadurch, dass die Nervenfasern einfach aus den Nervenzellen auswachsen.

Wir sehen demnach auch hieraus, dass die centralen Ganglienkörper keine Zellen sind, zum Mindesten nicht in dem Sinne des Wortes, in dem es schlechthin genommen wird. Sie sind zwar, wie schon hervorgehoben, aus Zellen hervorgegangen, aber nicht, indem die ganze Zelle in sie sich umwandelte, sondern indem nur ihr centralster Theil dazu verbraucht wurde. Ich habe sie als Convolute von Fasern bezeichnet, welche in der Hirnrinde einerseits in einem reizungs-

1) Max Schultze. Observ. de retinae struct. penitior. Bonnae 1859. Ueber die Structurelemente des Nervensyst. in S. Stricker's Handbuch d. Gewebelehre. Leipzig 1868. p. 134.

2) Leydig. Vom Bau d. thier. Körpers. Tübingen 1864. p. 93.

fähigen Gewebe wurzeln, andererseits sich zum Axencylinder einer Nervenfaser verdichten, im Hirnstocke und Rückenmark dieses Verhalten bewahren und ausserdem noch wahrscheinlich Verbindungen mit anderen Ganglienkörpern eingehen, weshalb sie denn auch als Sammel- oder Zerstreuungsplätze einer Summe von Erregungen zu betrachten seien. Max Schultze[1]) hält sie auf Grund ihrer exquisit fibrillären Struktur mehr für Durchgangspunkte bereits gebildeter, wie als Ursprungsheerde bis dahin nicht existirender Nervenfibrillen und hält es für denkbar, dass ein wirkliches Ende von Fibrillen im Gehirn und Rückenmarke gar nicht existire, dass alle Fibrillen an der Peripherie entspringen, die Ganglienkörper also nur durchsetzen. Ferner weist er nach, dass an Ganglienkörpern der vorderen Rückenmarkshörner durchaus nicht alle Primitivfibrillen dazu bestimmt sein können, nur dem Axencylinderfortsatze zugeführt zu werden, sondern dass ein Theil derselben auf dem Wege der verästelten Fortsätze nach anderen Richtungen weiter ziehe. Die Ganglienkörper erscheinen ihm daher als Knotenpunkte zahlloser, aus den verschiedensten Richtungen stammender Einzelfibrillen, deren ein aus diesen gesammeltes Bündel als Axencylinder zu einer Faser zusammengefasst und mit Markscheide umgeben, sofort peripherisch verläuft, die anderen unbekannte Wege ziehen. Ich finde hierin eine so grosse Uebereinstimmung, wie sie kaum grösser gedacht werden kann, zumal wenn man berücksichtigt, dass dieselbe auf ganz verschiedenem Wege erzielt worden ist.

Etwas anders dagegen liegt die Sache in Bezug auf weitere Verhältnisse. Max Schultze hält an der Zellennatur der in Rede stehenden Gebilde fest, welche ich geglaubt habe aufgeben zu müssen, wobei ich mich allerdings mehr durch physiologische als histiologische Gesichtspunkte habe leiten lassen. Ich bin dadurch mit dem verehrten Autor in Widerspruch gerathen, glaube indessen auf Grund der obigen Untersuchungen diesen doch auch und zwar nicht gerade zum kleinsten Theile lösen zu können. Max Schultze ist nämlich geneigt, die interfibrilläre Substanz der Ganglienkörper für einen Ueberrest des embryonalen Protoplasmas zu halten, durch dessen Thätigkeit die Fibrillen differenzirt wurden, und von dem möglicherweise in der unmittelbaren Umgebung des Kernes ein

1) Max Schultze. Ueber d. Structurelemente d. Nervensystems in Stricker's Handbuch d. Gewebelehre pag. 133 u. ff.

grössere Menge und in einer der embryonalen Bedeutung verwandteren Funktion persistirt. Dass in Betreff des ersteren Theiles dieses Satzes meine Auffassungen mit denen des genannten Autors wieder wesentlich zusammenfallen, glaube ich bedarf keines besonderen Nachweises. Nur habe ich die Entstehung der Fibrillen aus schon präformirten Fäden dieses Protoplasmas zu erklären gesucht und für den persistirenden Rest desselben allein die körnige Masse gelassen. Ob ich dabei Richtiges getroffen habe, oder in einen Irrthum gerathen bin, muss die Zukunft lehren. Was aber den zweiten Theil desselben Satzes anlangt, so glaube ich, dass das fragliche Protoplasma, das den Kern in grösserer Menge umgeben soll, auch bereits gefunden ist. Fasst man nämlich die an Chromsäure-Präparaten hyalin erscheinende Masse, welche beinahe in allen grösseren Ganglienkörpern den Kern umschliesst, nicht wie ich es gethan habe, als eine Weiterentwickelung des Protoplasmas auf, als eine Metamorphose der Fäden desselben, sondern giebt man ihm die Deutung, welche sie bereits von Hensen [1]) erhalten hat, und sieht sie als den Rest des ursprünglich vorhandenen, nicht modificirten Protoplasmas an, so ist auch da völlige Uebereinstimmung erzielt. Freilich wären manche Dinge, wie die cylinderförmigen Bildungen der hyalinen Masse, die Fäden, welche Hensen wahrgenommen hat, ihr Mangel an Körnchen, so weit ich die Sache bis jetzt übersehe, nicht erklärt; allein es sind dies auch so subtile Verhältnisse, dass man nicht erwarten kann, sie mit einem Male vollständig aufzudecken.

Um so mehr tritt da die Frage in den Vordergrund: Warum sollen die Ganglienkörper keine Zellen sein? Die Antwort ergiebt sich aus dem, was ich schon zu öfterem ausgesprochen habe, weil sie einmal ihrem Baue nach nicht sowohl für Träger oder Erreger einer specifischen Leistung gelten können, als vielmehr als blosse Durchgangspunkte für dieselben, und das andere Mal, weil ihrer Entwickelung nach ich sie nur für Theile einer Zelle anzusehen mich gezwungen fühle, die im Uebrigen noch weiter existirt. Als Nervenzelle des Centralorganes eines Erwachsenen glaube ich nämlich der vorausgegangenen Schilderung gemäss den Ganglienkörper sammt seinen centralen Fortsätzen und dem Theile von körnig-faseriger Substanz begreifen zu müssen, welche genetisch mit ihm in Zusammenhang steht. Ob wir dieselben aber jemals unver-

1) Vergl. hierüber dies. Arch. Bd. IV. pag. 467.

sehrt kennen lernen werden, ist fraglich, ja im höchsten Grade unwahrscheinlich. Sie existirt vielleicht gar nicht mehr für sich allein, obwohl das noch recht gut denkbar ist, sondern sie ist wahrscheinlich mit benachbarten Partien so vollständig verschmolzen, durch ihre feinsten Fäden mit ihnen so innig verwebt, dass sie zusammen nur noch eine einzige, ihrer Entstehung nach absolut untrennbare Masse bilden.

Allein ist dieses der Fall, dann müssen wir auch folgerichtig die intergangelionäre körnig-faserige Substanz, das terminale Fasernetz, wie es im Erwachsenen sich erweist, als ein zusammengeflossenes, zu bestimmten Zwecken modificirtes Protoplasma, als ein reizungsfähiges Gewebe betrachten, das der eigentliche Träger aller centralen Vorgänge ist.

Wie dem nun aber auch sei, immerhin sehen wir, dass einige wenige und für den Augenblick unwesentliche Punkte abgerechnet, im grossen Ganzen die Zellular-Metamorphose auch für die von mir gegebene Darstellung der Entwickelung des Nervengewebes aufrecht erhalten werden kann, und dass, so fremdartig und absonderlich die Entwickelungsgeschichte desselben für den ersten Augenblick erschienen sein mag, sie dennoch vollständig unter die Gesichtspunkte fällt, welche durch jene gewonnen worden sind. Die schematische Zeichnung, welche unter M. ich für die Hirnrinde entworfen habe, und in der das um die Ganglienkörper herum liegende, zur körnig-faserigen Substanz gewordene Protoplasma bei 1. noch gesondert, bei 2. aber gänzlich verschmolzen gedacht ist, hoffe ich, wird darüber zu völliger Verständigung führen.

Erklärung der Figuren auf Taf. XIX.

Sämmtliche Figuren sind gezeichnet nach einer Vergrösserung, welche bei ausgezogenem Tubus eines Hartnack'schen Instrumentes Nobert's System 6 à l'immers. in Verbindung mit Ocular 3 und 4 giebt. Bei den einzelnen Figuren ist deshalb nur die Nummer des Oculars angegeben. Die Vergrösserung beträgt in dem einen Falle das 1000fache, in dem andern das 1530fache, die Sehweite 28 Cm.

Fig. A. 1. 2. 3. 4. 5. Kerne mit anhaftender körnig-faseriger Substanz aus dem Stirntheile eines zwei Tage alten Kaninchens. Kerne mit mehreren Kernkörperchen und mit anscheinend geschwänzten der Oberfläche aufliegenden Körnchen versehen. Die körnig-faserige Substanz.

dendritisch verzweigt, ist bei 1. noch unregelmässig vertheilt, bei 2, 3, 4 nach einer Seite hin stärker entwickelt. 5. Ein sehr grosser Kern. Auf allen Kernen fadenförmige Bildungen. Ocul. 3.

Fig. B. Körnig-faserige Substanz aus dem Stirntheile eines zwei Tage alten Kaninchens. Ocul. 4.

Fig. C. Körnig-faserige Substanz aus dem Stirntheile eines zwei Tage alten Kaninchens. Ocul. 4.

Fig. D. 1. 2. 3. 4. 5. Kerne aus der grauen Substanz des Stirntheiles eines vier Tage alten Kaninchens. Entwickelung von Ganglienkörpern aus denselben. Ocul. 3.

Fig. E. 1. 2. Bildung von Nervenfasern aus dem Stirntheile des Hirnes eines vier Tage alten Kaninchens. Die Kerne haben sich schon gelöst. Sie sind kleiner als die der Ganglienkörper. Ocul. 3.

Fig. F. Nervenfaser aus dem Pedunculus cerebri eines vier Tage alten Kaninchens. Ocul. 3.

Fig. G. Nervenfaser ebendaher. Ocul. 4.

Fig. H. 1. 2. 3. 4. 5. Kerne und sich bildende Ganglienkörper aus dem Stirn- und Hinterhauptstheile des Gehirnes eines acht Tage alten Kaninchens. Ocul. 3.

Fig. I. Körnig-faserige Substanz eines acht Tage alten Kaninchens. Bei 1 Fäden dünn, ohne deutliche Contouren, bei 2. schwach aber deutlich contourirt. Ocul. 4.

Fig. K. Ganglienkörper aus dem Pes Hippocampi eines acht Tage alten Kaninchens. 1. und 2. mit Kernen, in denen nur ein Kernkörperchen 3. mit einem Kerne, in welchem noch drei Kernkörperchen sichtbar sind. Letztere sind scheinbar verbunden. Ocul. 3.

Fig. L. Ganglienkörper aus dem Stirnhirn eines elf Tage alten Kaninchens, Ocul. 3.

Fig. M. Schematische Darstellung des Verhältnisses der Ganglienkörper der Hirnrinde zu dem terminalen Fasernetze derselben. Die centralen Fortsätze lösen sich in das letztere auf, und dieses kann gedacht werden entweder als eine Anhäufung noch gesonderter Protoplasmatheile, wie bei 1. oder als eine völlige Verschmelzung derselben wie bei 2. Die Spitzenfortsätze der Ganglienkörper gehen in Nervenfasern über, nur bei a und b tritt eine Verschmächtigung derselben ein, wie sie einer scheinbaren Auflösung in körnig-faserige Substanz voranzugehen pflegt. Bei c. eine Nervenfaser unterbrochen durch eine sogenannte bipolare Ganglienzelle. Die helleren Ringe um die Kerne, die sich hin und wieder nach dem Spitzenfortsatze schweifartig verlängern, dürfen als der Ausdruck einer vom übrigen Ganglienkörper differenten Masse, des Restes des unveränderten Protoplasma angesehen werden.

Axencylinderfortsatz der Nervenzellen im kleinen Hirn des Kalbes.

Von

Dr. A. Koschennikoff aus Moskau.

Hiezu Taf. XIX Fig. 1 und 2.

Vor zwei Jahren in Würzburg bei Untersuchungen über die Structur des kleinen Hirns ist es mir gelungen, den Uebergang des Axencylinderfortsatzes in eine markhaltige Nervenfaser zu beobachten und dadurch die Deiters'sche Meinung über diesen Gegenstand zu bestätigen. Ich hatte die Absicht, diese Untersuchungen fortzusetzen; aber andere Beschäftigungen haben mich bis jetzt daran verhindert. Nachdem noch Niemand ausser Deiters, so viel ich weiss, diesen Uebergang beschrieben hat, so halte ich es nicht für überflüssig, diese Beobachtung kurz zu veröffentlichen, bis ich später Gelegenheit finden werde, wieder zu diesem Gegenstande zurückzukehren.

Die grossen Nervenzellen im kleinen Hirn liegen bekanntlich in einer Reihe zwischen der Körnerschicht und der oberflächlichsten Schichte der grauen Substanz. Alle diese Zellen sind nach demselben Typus geschaffen: sie haben ovale Körper mit grossem Kern; vom Körper gehen zwei Fortsätze ab, der dickere nach der Peripherie, der dünnere durch die Körnerschichte zum Centrum. Der dickere Fortsatz hat das gewöhnliche Aussehen der Protoplasmafortsätze (Deiters), theilt sich bald gewöhnlich in zwei Zweige, von denen jeder sich wieder verästelt u. s. w., so dass er einen grossen Baum bildet, welcher sich in der peripherischen Schichte der grauen Substanz verbreitet. Ihr weiteres Schicksal ist bis heute ganz unbekannt. Der andere zum Centrum gehende Fortsatz ist homogen, hat hyalines Aussehen, und Deiters hat ganz Recht gehabt, ihn mit den Axencylinderfortsätzen der Rückenmarksnervenzellen zu identificiren [1]). Wie es scheint, hat er auch den Uebergang dieses Fortsatzes in eine markhaltige Nervenfaser beobachtet, aber leider fehlten in seinem Manuscripte genauere Beschreibungen und Abbildungen hierüber. Durch die Maceration des ganz frischen noch warmen Kalbhirns in verdünnter Lösung von chromsaurem Kali

1) Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. 1865. Vorwort von Max Schultze p. XIII.

(nach Deiters), während 24 bis 48 Stunden und dann durch sorgfältiges Zerzupfen konnte ich diesen Fortsatz in grosser Ausdehnung verfolgen (0,190 bis 0,281 Mm., bei der Grösse des Zellenkörpers 0,048 Mm). Zwei Mal ist es mir gelungen, den zweifellosen Uebergang des Fortsatzes in eine markhaltige Nervenfaser zu beobachten. Die Herren Professoren von Recklinghausen und Kölliker haben sich von dieser Thatsache überzeugt, und ich kann bei dieser Gelegenheit nicht umhin, ihnen meinen herzlichen Dank für ihre Unterstützung in meinen damaligen Arbeiten auszusprechen. Der helle Fortsatz kommt aus dem Zelleninhalt heraus; eine Verbindung dessen mit dem Kern habe ich nie wahrnehmen können. In einiger Distanz vom Zellenkörper verschmälert er sich bedeutend, was schon Deiters bemerkt hat — das ist der Grund, warum man gewöhnlich Nervenzellen mit kurzen Axencylinderfortsätzen bekommt: denn an der verschmälerten Stelle reisst der Fortsatz sehr leicht entzwei. Auf seinem weitern centripetalen Verlaufe wird er wieder dicker und später geht er in eine markhaltige Nervenfaser über. Diesen Uebergang beschreibt Deiters folgender Weise: »Er (Axencylinderfortsatz) bleibt ungefähr so lange wie der Durchmesser der Zellen selbst, oft auch noch länger ganz nackt mit vollkommen glatten Contouren, dann verschmälert er sich etwas und von seiner engsten Stelle aus entwickelt sich zugespitzt die vollständig dunkelcontourirte Nervenfaser«. In den von mir beobachteten Fällen geschah dieser Uebergang in grösserer Distanz vom Zellenkörper, so wie es die Figuren darstellen. Dieser Fortsatz behielt auf der weiten von mir isolirten Strecke überall dieselbe Beschaffenheit, nur manchmal habe ich an ihm Varicositäten gesehen. Ich habe niemals eine Verästlung desselben bemerkt und also auch niemals Verbindungen mit den Körnern der rostfarbenen Schichte beobachtet.

München 1869, 5. Februar.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XIX, Fig. 1, 2.

Zwei Nervenzellen aus dem kleinen Hirn des Kalbes.

a. Zellenkörper.
b. Bekannter Protoplasmafortsatz.
c. Axencylinderfortsatz.
d. Stelle, wo er sich verschmälert.
e. Uebergangsstelle des Axencylinderfortsatzes in eine doppelt contourirte Nervenfaser.

Die Bindesubstanz der Drüsen.

Von

Franz Boll, stud. med.

Hierzu Taf. XX.

In einer Arbeit: »Ueber den Bau der Thränendrüse«[1]) habe ich für die Thränendrüsen und die Speicheldrüsen einiger Säugethiere den Nachweis eines in Parenchym dieser Organe sehr weit verbreiteten Netzes areolärer Bindegewebszellen geführt. Ich habe in einer Reihe von Untersuchungen, welche auf dem Berliner pathologisch-anatomischen Institut angestellt wurden, dieses Thema noch weiter verfolgt und bin, theils indem ich eine grössere Anzahl verschiedener Drüsen in den Kreis meiner Untersuchungen zog, theils indem ich neben den Macerationsmethoden, auf deren etwas einseitiger Anwendung fast ganz allein die in meiner ersten Publication niedergelegten Resultate beruhten, eine Reihe von Erhärtungsmethoden anwandte, jetzt zu einem gewissen Abschlusse gelangt. Während zur Zeit meiner ersten Publication die geringe Ausdehnung meiner Untersuchung jede Verallgemeinerung der Resultate mit Nothwendigkeit ausschloss, glaube ich jetzt in Besitz eines hinreichenden Beobachtungsmaterials zu sein, um wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit histiologische Folgerungen mehr allgemeiner Art aus demselben ziehen zu dürfen.

Die Methoden, welche ich zur Erhärtung der zu untersuchenden Drüsen benutzte, wurden der Controle wegen an jeder untersuchten Drüse fast stets neben einander angewandt. Von jeder Drüse legte ich einige etwa erbsengrosse Stückchen in Osmiumsäure von $^1/_2$ %, und gleichzeitig grössere Stücke in Kali bichromicum von 2 % und in Spiritus. Die nach den beiden letzten Methoden erhaltenen Schnitte wurden mit grösstem Vortheil durch Carmin

1) Archiv für mikroskop. Anatomie, IV, p. 146.

tingirt und kann ich ebenso wie Heidenhain[1]) die Klarheit und Schärfe der auf diese Weise behandelten Alkoholpräparate nicht genug loben.

Wenden wir uns jetzt dazu, die Anatomie der einzelnen Drüsen darzustellen, wie sie an der Hand der oben erwähnten erhärtenden Methoden, combinirt mit Isolation in Jodserum und Kalilauge von $33^1/_3$ %, ermittelt wurde.

Als den Typus einer ganzen wichtigen Reihe von Drüsen wollen wir die Submaxillaris des Kaninchens voranstellen. Für diese wie für die ganze Reihe der nach demselben Plan gebauten Drüsen hat sich die Erhärtung in Osmiumsäure von allen als die beste Methode bewährt. Fig. 1 stellt einen auf diese Weise gewonnenen feinen Durchschnitt dar. Die einzelnen Alveolen liegen in unmittelbarer Nähe neben einander, mitunter durch feine Capillargefässe getrennt. Interstitielles fibrilläres Bindegewebe kommt in der ganzen Drüse uns in Gestalt von feinen Adventitialzügen der Nerven- und Gefässstämmchen vor, welche sich allerdings noch an Aesten von sehr feinem Kaliber nachweisen lassen. Die in den Alveolen gelegenen Drüsenepithelien sind von mittleren Dimensionen, rundlich polygonal und fast durchgängig gleich an Grösse und Gestalt. Sie zeigen alle einen deutlichen runden Kern ohne nachweisbare einzelne Kernkörperchen. Das Protoplasma ist dunkel und körnig. Mikrochemische Reactionen weisen demselben einen grossen Reichthum an Eiweissstoffen zu. So färben sich bei der Osmiummethode die Zellen schnell und energisch gleichmässig braun und imbibiren sich auch aus schwächeren Carminlösungen sehr schnell und sehr intensiv dunkelroth. Die Contouren zwischen den einzelnen Epithelzellen, an denen eine besondere Membran nicht nachzuweisen ist, erscheinen zum grossen Theil einfach und zart. Daneben finden sich jedoch zwischen vielen Epithelzellen breitere, von einem deutlichen doppelten Contour begränzte, ziemlich stark glänzende Zwischenräume. Anfangs war ich geneigt, dieselben für sich zwischen die einzelnen Epithelien hinein erstreckende Verästelungen des Lumens der Alveolen zu halten, die entweder physiologisch schon inter vitam vorhanden wären, oder erst durch die Wirkung des Reagens und eine Retraction der einzelnen Epithelien zwischen denselben entstandene spaltförmige Lücken darstellten. Bald jedoch überzeugte ich mich von der Unrichtigkeit dieser Ansicht und muss wenigstens die über-

1) Studien des physiol. Instituts zu Breslau. IV. 1868. p. 7.

wiegende Mehrzahl derselben jetzt als solide zwischen den einzelnen Zellen gelegene faserartige Gebilde in Anspruch nehmen. An den Rändern der Präparate, besonders dann, wenn dieselben leicht mit einem feinen Pinsel behandelt worden waren, sah ich mitunter diese feinen, glänzenden Fasern frei hervorstehen.

Bei näherer Betrachtung ergab sich, dass diese feinen innerhalb der Alveolen sich verästelnden Fasern und Bälkchen stets von der Wand des Alveolus selber ausgingen und continuirliche Fortsetzungen der die einzelnen Alveolen trennenden Septa darstellten. Auf Schnittpräparaten erscheinen die einzelnen unmittelbar neben einander liegenden Alveolen durch ganz gleiche, nur etwas stärkere Balken getrennt, wie wir sie zwischen den einzelnen Epithelien des Alveolus sehen. Sehr häufig, besonders in den Fällen, wo ein Capillarrohr zwischen zwei Alveolen verläuft, ist an denselben gar kein besonderer Gränzcontour mehr wahrzunehmen, sondern die Epithelien scheinen unmittelbar der Gefässwand anzuliegen. Häufig zeigen die zwischen den Alveolen verlaufenden etwas dickeren Balken, besonders an den Stellen, wo drei Alveolen zusammenstossen, eine kernhaltige Verdickung.

Hat man den Schnitt nicht von ganz idealer Feinheit gefertigt, sondern etwa so, dass die Dicke desselben dem Durchmesser eines Alveolus entspricht, so sieht man bei wechselnder Einstellung ganz deutlich, wie die Oberfläche der Alveolen von einem feinen Netz von Fasern und Bälkchen förmlich umsponnen ist, wie diese Fasern und Bälkchen aus der Verästelung platter sternförmiger Zellen hervorgehen, welche ebenfalls der Wölbung der Aveolen anliegen. Es ist mir gelungen nachzuweisen, dass diese platten Zellen, welche man an etwas dickeren Schnitten den Alveolen aufliegen sieht, ganz identisch sind mit den kernhaltigen Anschwellungen, welche man an dünnen Schnitten in den interalveolären Balken findet. Wenigstens besteht zwischen den interalveolären Balken und ihren Verästelungen und zwischen den Ausläufern der sternförmigen Zellen ein reiches System von Anastomosen. Die Verästelungen beider zeigen genau dieselben Charaktere, dieselben Dimensionen, dieselben höchst charakteristischen feinen ungefähr dreieckigen Anschwellungen an den Theilungsstellen. Auch ist es klar, dass die platten, von der Fläche aus gesehen breiten Zellen im Durchschnitt ganz den kernhaltigen Anschwellungen der interalveolären Balken gleichen müssen.

Schon in meiner ersten Abhandlung habe ich nachgewiesen, dass mittelst der Isolationsmethoden zusammenhängende Netze reich verästelter und vielfach mit einander anastomosirender Zellen aus dieser Drüse dargestellt werden können. Ich brauche hier nur auf die dort gegebene Darstellung zu verweisen, und es ist wohl überflüssig, noch darauf aufmerksam zu machen, wie sich hier die Befunde der Isolationsmethoden und der Schnittpräparate einander ergänzen.

Die aus der Combination beider Methoden gewonnenen Resultate lassen sich folgendermaassen zusammenfassen. Es existirt in der Drüse ein ausserordentlich reiches Netz von Zellen, deren sehr vielfach verästelte Ausläufer zahllose Anastomosen eingehen. Dieses ganze System ist, wenn ich mich so ausdrücken darf, in Kugelschaalen angeordnet; es liegt in den Zwischenräumen eines Systems unregelmässig kugeliger und eiförmiger, mit Drüsenepithelien angefüllter Räume, der Alveolen, welche es begränzt. Die Zellen selber sind platt; ihre reichen, ebenfalls platten Ausläufer bilden um die Alveolen eine korbartige Umhüllung von ziemlicher Dichtigkeit; wenigstens erscheint bei jedem Durchschnitt durch die Drüse die Mehrzahl der Alveolen von diesen Ausläufern begränzt. In der Mehrzahl der Fälle liegt nur eine einfache Wand zwischen zwei benachbarten Alveolen, da meist die Alveolen sich derartig an einander schmiegen, dass gar keine Interstitien zwischen denselben vorhanden sind. Ein und dasselbe Stück des areolären Gewebes bildet also einen Theil der korbartigen Umhüllung des einen wie des anderen Alveolus. Wo jedoch zwei Alveolen sich nicht unmittelbar berühren, wo irgend ein anderes Organ, ein Capillarrohr, ein Gefäss- oder Nervenstämmchen mit seinem bindegewebigen Adventitialzuge zwischen denselben liegt, da bildet sich um jeden einzelnen Alveolus eine eigene korbartige Umhüllung heraus.

Die Zellen selbst liegen stets auf und zwischen den Alveolen, ebenso die stärkeren Ausläufer derselben. Die aus der weiteren Theilung und Verästelung derselben hervorgehenden feinsten Ausläufer und Bälkchen dringen in das Innere des Alveolus zwischen die einzelnen Epithelien ein und verästeln sich und anastomosiren dort mit einander. Der Gegensatz dieses interalveolären Netzes gegen die stärkeren interalveolären Balken und Zellen mit ihren Ausläufern ist doch stets ziemlich scharf ausgeprägt, wenn ersteres auch nur aus der fortschreitend sich verfeinernden Verästelung der letzteren sich entwickelt. Ob nicht auch in der interalveolären

Verästelung zwischen den Epithelien selber sternförmige Zellen liegen können, will ich jetzt noch mit Sicherheit nicht entscheiden. Durchschnittspräparate lassen mitunter eine ähnliche Deutung zu.

Ganz eng schliesst sich an die Submaxillaris des Kaninchen die Thränendrüse der Säugethiere an, von denen ich Kalb, Schaf und Schwein genauer untersucht habe. Die menschliche Thränendrüse unterscheidet sich von denen der genannten Thiere sehr wesentlich und erfordert eine besondere Besprechung.

Auf Durchschnitten erscheinen die Zellen des secernirenden Parenchyms der genannten Drüsen ganz ebenso wie die der Kaninchen-Submaxillaris rundlich polygonal, sehr protoplasmareich und zeigen stets einen deutlichen runden Kern. Für das Studium der Netze des spongiösen Bindegewebes sind diese Drüsen viel geeignetere Objecte wie die zuerst betrachtete Kaninchen-Submaxillaris, in der die Balken des Netzes am feinsten bleiben. In den Thränendrüsen der genannten Thiere zeigen dagegen alle Theile desselben, Zellen wie Balken, ein bedeutend stärkeres Kaliber. Schon in meiner ersten Abhandlung habe ich verschiedene Formen derselben, die ich mittelst Maceration in Jodserum aus der Thränendrüse des Kalbes isolirte, dargestellt und brauche daher bloss auf die Abbildungen zu verweisen. In allen drei Drüsen zeigen die Zellenkörper, welche bei dem Kaninchen ebenfalls abgeplattet erscheinen, ziemlich mächtige Dimensionen. Wenn der Durchmesser der Zellen, welcher senkrecht auf der Wölbung der Alveolen steht, auch stets kleiner ist wie der Flächendurchmesser der der Wölbung der Alveolen aufliegenden Zellen, so kann doch von einer eigentlichen Abplattung nicht die Rede sein. Im Durchschnittspräparat erscheinen diese Zellen als mehr oder minder breite, die Wölbung der Alveolen umgreifende kernhaltige Sicheln bis Viertel- und Halbmonde. Jeder Alveolus zeigt auf dem Durchschnitt wenigstens eine solche seiner Wölbung anliegende Sichel und an etwas dicker ausgefallenen Schnitten von Osmiumpräparaten kann man sich sehr leicht von der Richtigkeit der Auffassung überzeugen, welche ich bis jetzt allein nach Isolationspräparaten aufgestellt hatte, dass nämlich die Zellen durch platte, bandartige Ausläufer in Verbindung stehen und so eine Art durchbrochenen Flechtwerks zwischen den Alveolen bilden, sodass jeder einzelne Alveolus gleichsam in einer korbartigen durchbrochenen Umhüllung ruht. Diese Verhältnisse sind hier so deutlich, dass das Studium des Netzwerks, welches hier gleichsam in

typischer Form auftritt, am naturgemässesten von diesen Drüsen ausgeht. Das alleinige Studium der Submaxillaris des Kaninchen vermag von den Verhältnissen dieses Netzes nur sehr ungenügende Vorstellungen zu geben. Man versteht den Bau jener Drüse erst dann, wenn man sich bereits die ausgeprägteren Formen, in denen dies Netz in den Thränendrüsen auftritt, zur Anschauung gebracht hat.

Von dem Zellenleibe geht durch allmälige Verschmälerung eine Anzahl von Fortsätzen aus, welche alle mehr oder weniger abgeplattet sind, bald mehr bandförmig, bald breiter, schaufelförmig erscheinend in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Alveolen verlaufen und für jeden Alveolus eine korbartige Umhüllung hergeben, indem sie mit den entgegenkommenden Ausläufern anderer Zellen ziemlich mächtige und breite Anastomosen eingehen. An Isolationspräparaten sieht man mitunter auch, wie von diesen breiteren abgeplatteten Fortsätzen um vieles feinere Ausläufer abgehen. Dieselben dienen jedoch bereits nicht mehr zur Umhüllung des Alveolus, sondern dringen zwischen die einzelnen Zellen desselben selber ein und bilden dort ein intraalveoläres Netz. An Durchschnittspräparaten sowie an Schnitten durch eine frische und kurze Zeit mit geringen Mengen verdünnter Chromsäure behandelte Drüse sieht man sehr gut zwischen den einzelnen Epithelien des Alveolus feine glänzende Reiser sich verästeln, deren continuirlicher Zusammenhang mit dem den Alveolus umhüllenden Netzwerk, welches auf Durchschnitten als ein den grössten Theil des Alveolus umschliessenden dopppelten Contour erscheint, besonders leicht an Osmiumpräparaten nachzuweisen gelingt.

Als Typus und als Ausgangspunct des Studiums einer Reihe von Drüsen, die von den soeben betrachteten, der Kaninchen-Submaxillaris und der Thränendrüse der Säugethiere, sehr wesentlich verschieden ist, möge uns die Submaxillaris des Hundes dienen.

Auch in dieser Drüse (Fig. 2) zeigt das areoläre Netz eine sehr hohe Entwickelung. Zellen und Balken desselben sind ungefähr von dem Kaliber, wie sie sich in der Thränendrüse des Kalbes finden, welches unter den genannten Thieren die höchste Stufe der Entwickelung dieser Bildungen repräsentirt. Dagegen zeigen die Drüsenepithelien selber eine von den bis jetzt betrachteten Drüsen durchaus verschiedene Beschaffenheit. Besonders an in Alkohol erhärteten und nachher mit Carmin tingirten Präparaten tritt diese Eigenthümlichkeit ganz vortrefflich hervor. Anstatt der rundlich polygo-

nalen mit einem runden Kern versehenen protoplasmareichen, in Carmin wie in Osmium leicht und intensiv sich färbenden Zellen sehen wir hier auf Durchschnittspräparaten in den Maschen des areolären Balkenwerkes von protoplasmahaltigen Zellen eigentlich keine Spur. Die Alveolen erscheinen von einer homogenen, stets ungefärbt bleibenden hellen durchsichtigen Masse angefüllt, aus welcher das tingirte areoläre Netz sich mit wunderbarer Deutlichkeit hervorhebt, in welcher wir aber von einfachen Contouren, welche die Gränzen der einzelnen Drüsenepithelien gegen einander darstellen sollten, keine Spur sehen. Die Kerne der Epithelien sind allerdings vorhanden. Wir finden gewöhnlich fast unmittelbar an die Wand des Alveolus angedrückt eine Reihe von Kernen, deren unregelmässige, geschrumpfte Contouren uns lehren, — was wir bereits aus dem gänzlichen Ausbleiben der Protoplasma-Reaktionen hätten erschliessen können, — dass wir hier bereits nicht mehr mit lebenskräftigen sondern schon in irgend einer Weise degenerirten oder metamorphosirten Zellen zu thun haben.

In der That ist dies der Fall. Es ist als unzweifelhaft anzusehen, dass in einer Reihe von Drüsen, als deren Typus wir die Submaxillaris des Hundes aufgestellt haben, die secernirenden Epithelien constant eine Schleimmetamorphose eingehen. Es scheint dies bei allen Drüsen ausnahmslos der Fall zu sein, deren Secret Schleim in irgendwie erheblicheren Mengen enthält. Henle [1]) gebührt das Verdienst, jene beiden in ihrem mikroskopischen und physiologisch-chemischen Verhalten so durchgreifend verschiedenen Drüsenformen zuerst scharf von einander getrennt und die letzteren Formen unter dem Namen der Schleimdrüsen zusammengefasst zu haben. In der allerneuesten Zeit ist eine gewaltige Erweiterung unserer Kenntnisse dieser Verhältnisse durch Heidenhain geschehen. In einer Untersuchung, die als ein Muster einer experimentell-histiologischen dienen kann [2]), hat er nachgewiesen, dass die Veränderungen, welche die Submaxillaris des Hundes, deren Secret ganz ausserordentlich reich an Schleim ist, durch anhaltende Reizung der Chorda tympani erleidet, darin bestehen, dass an die Stelle der hellen, bereits zu Schleim metamorphosirten Zellen lebenskräftige Protoplasmazellen treten, sodass eine Drüse, die nach anhaltender Reizung ausgeschnitten und untersucht wurde, nicht mehr

1) Eingeweidelehre S. 66.

2) Studien des physiol. Institutes zu Breslau. 1868. IV, 1.

das Bild der Fig. 2 mit den klaren, hellen Schleimzellen zeigt, sondern viel eher an die Unterkieferdrüse des Kaninchen mit ihren Protoplasmazellen erinnert.

Ich habe den Heidenhain'schen Versuch auf dem hiesigen physiologischen Institut mehrere Male stets mit demselben positiven Erfolge wiederholt und kann die Beobachtungen dieses Forschers daher nur bestätigen.

Es spricht vieles dafür, dass, wenn wir die Chorda reizen und so im Zeitraum einer bis weniger Stunden sämmtliche Schleimzellen der Hunde-Submaxillaris durch lebenskräftige Protoplasmazellen ersetzen, dass wir dann Nichts weiter thun, als dass wir in einen geringfügigen Zeitraum einen Vorgang zusammendrängen, der physiologisch sich ganz ebenso, nur während einer bedeutend längeren Zeit vollzieht, dass die stetige secretorische Thätigkeit der Drüse eben nur in einer Schleimmetamorphose der lebenskräftigen, protoplasmareichen Secretionszellen und einem Nachrücken der letzteren aus einer uns bis jetzt unbekannten Matrix besteht.

Giannuzzi [1]), der zuerst unter den Auspicien von Ludwig der Anatomie der Submaxillaris des Hundes ein eingehenderes Studium widmete, ist der Entdecker eines eigenthümlichen Gebildes, welches sich constant in dieser Drüse findet und welchem er der Gestalt wegen, in der es am liebsten aufzutreten pflegt, den Namen der Lunula oder des Möndchens beigelegt hat. Heidenhain gebührt das Verdienst, dasselbe zuerst genauer beschrieben und seinen hohen physiologischen Werth erkannt zu haben. Am Umfange eines jeden Alveolus finden sich stets eine bis mehrere Stellen, deren stark körniges Ansehen sie von den hellen die Hauptmasse des Alveolus bildenden Schleimzellen sehr leicht unterscheiden lässt. Am öftersten erscheinen sie als den Alveolus umgreifende mehr oder minder dicke Sicheln. Auch eine stumpf-kegelförmige oder trapezoide Gestalt findet sich nicht selten und beim Durchmustern einer grossen Reihe von Präparaten fällt es nicht schwer, eine grosse Menge der verschiedensten Formen zusammenzustellen. Fig. 2 ist im Stande, eine annähernde Vorstellung dieser so wechselnden Formverhältnisse zu geben. Wie Heidenhain überzeugend nachgewiesen hat und

1) Berichte der Kön. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Cl. Sitzung vom 27. Nov. 1865.

ich nach meinen Untersuchungen durchaus bestätigen kann, bestehen diese Lunulae aus Anhäufungen einer meist nur beschränkten Anzahl nicht sehr grosser kugeliger, membranloser, sehr protoplasmareicher Zellen. In einigen seltenen Fällen nehmen diese Randzellen in dem Maasse die Ueberhand, dass die Hälfte des Alveolus von ihnen eingenommen wird. Diese Randzellen gleichen in allen Stücken so vollständig den Zellen, welche nach längerer Reizung der Chorda und dem Verschwinden der Schleimzellen sich ganz allein in der Submaxillaris des Hundes vorfinden, dass wir Grund haben anzunehmen, dass die lebenskräftigen Randzellen den Nachwuchs und die Matrix der centralen in der Auflösung begriffenen Schleimzellen darstellen. Indem wir die Chorda reizen, beschleunigen wir das Nachrücken der Randzellen, während die Schleimmetamorphose mit demselben offenbar nicht gleichen Schritt zu halten vermag und wir nach Ausstossung sämmtlicher klaren Schleimzellen die ganzen Alveolen mit Randzellen angefüllt erblicken. Zwischen diesem Extrem und den fast nur Schleimzellen enthaltenden Alveolen stehen die verschiedenartigsten Formen, bald grössere bald kleinere Complexe der Randzellen, in der Mitte, welche den verschiedensten physiologischen Zuständen der Alveolen, einer grösseren oder geringeren Intensität der Schleimsecretion entsprechen.

Ich benutze diese Gelegenheit, um noch ganz ausdrücklich eine in meiner früheren Arbeit ausgesprochene Vermuthung in Bezug auf die Deutung der Lunula als irrig zu bezeichnen. Ich hatte die die bindegewebigen Körbe um die einzelnen Alveolen der Thränendrüse bildenden areolären Zellen, deren Durchschnitte besonders in der Lacrymalis des Kalbes als mächtige, die Rundung der Alveolen umgreifende Sicheln erscheinen, mit den Giannuzzi'schen Möndchen identificirt. Jetzt habe ich mich ganz entschieden von der Irrigkeit dieser Ansicht überzeugt. Die von Heidenhain für diesen Zweck angegebene Methode der Carmintinction lässt daran keinen Augenblick zweifeln. Man sieht an diesen Präparaten sehr deutlich, wie in der Hunde-Submaxillaris neben den Giannuzi'schen Lunulae als ein ganz differentes, wenn auch in manchen Stücken sehr ähnliches Element die sichelförmigen Durchschnitte der Zellen, welche das areoläre Netz zusammensetzen, vorkommen. Ein Blick auf Fig. 2 zeigt mehrere dieser Zellen gerade im Durchschnitt getroffen, wodurch in einzelnen Fällen eine nicht geringe äussere Aehnlichkeit mit den Möndchen herbeigeführt wird, von denen sich diese Sicheln jedoch durch den

stets einfachen Kern, sowie durch das eigenthümlich glatte Aussehen stets mit Leichtigkeit unterscheiden lassen. Bei der Anwendung anderer Methoden, z. B. der sonst so vorzüglichen Erhärtung in Osmiumsäure ist die Sache lange nicht so einfach. Hier, wo die zahlreichen Kerne sowie die körnige Beschaffenheit der echten Lunulae lange nicht so gut hervortreten, wie an den mit Carmin tingirten Alkoholpräparaten, ist man oft in Zweifel, ob man eine dunkelbraun gefärbte sichelförmige Stelle des Präparats als eine echte Lunula oder nur als einen Durchschnitt einer Zelle des perialveolären Netzes zu deuten hat.

Derartige Schwierigkeiten kommen besonders deshalb häufiger vor, weil alle Elemente des areolären Netzes, Zellen wie Ausläufer in der Hunde-Submaxillaris eine ganz bedeutende Entwickelung zeigen. Das Studium desselben wird besonders auch noch durch den Umstand erleichtert, dass die Zwischenräme des Netzes nicht wie bei der erst betrachteten Gruppe von Drüsen durch protoplasmareiche Zellen, welche bei den meisten Methoden die gleiche Farbenreaction geben, sondern zum grössten Theil mit Schleim ausgefüllt sind, welcher, vollkommen ungefärbt bleibend, die Elemente des Netzes sich ganz prächtig markiren lässt. Wie ein Blick auf die Abbildung lehrt, treten besonders die intraalveolären Verästelungen dieses Netzes mit ausserordentlicher Deutlichkeit hervor. Nur ein ganz kleiner Theil dieser Verästelung kann auf eine etwa eingetretene Färbung der von Giannuzzi durch Injection dargestellten zwischen die einzelnen bereits in der Schleimmetamorphose begriffenen Epithelien sich hineinerstreckende Anhänge der Ausführungsgänge zurückgeführt werden. Ein Blick auf Fig. 2 oder besser noch auf das so leicht herzustellende Präparat — denn ich habe in der Zeichnung die Mannigfaltigkeit der Verästelung nur theilweise wiederzugeben vermocht — zeigt uns einen solchen Reichthum und gleichzeitig eine solche Unregelmässigkeit der Verästelung, dass wir, wenn wir dies Bild mit Injectionspräparaten der Alveolen vergleichen, schlechterdings mit den intraalveolären Verästelungen der Ausführungsgänge nicht auskommen können, sondern neben diesen — deren Tinction durch unsere Methode allerdings möglich aber keineswegs bewiesen ist — immer noch ein solides Netz feinster Bindegewebsbälkchen anzunehmen uns genöthigt sehen. Zum Ueberfluss zeigen die freien Ränder der Durchschnitte, an denen gewöhnlich einzelne Bälkchen des Netzes frei hervorragen, die solide Beschaffenheit

und die von der Verästelung der Ausführungsgänge unabhängige, selbstständige Natur dieser Verästelung.

Dieses feine intraalveoläre Netz sieht man am Umfange der Alveolen deutlich ausgehen und entspringen von den stärkeren Balken des die Alveolen umhüllenden Korbes spongiösen Bindegewebes, ganz so, wie wir es bereits an der Submaxillaris des Kaninchen und an den Thränendrüsen erörterten. Diese Balken und besonders die auf dem Durchschnitt sichelförmigen Anschwellungen derselben sind Heidenhain nicht entgangen, ebensowenig wie die Möglichkeit einer Verwechselung derselben mit den echten Giannuzzi'schen Möndchen. Dagegen kann ich mich mit seiner Erklärung von dem Zustandekommen dieser »falschen Möndchen« nicht ganz zufrieden geben. Wie man sich an Isolationspräparaten mit Leichtigkeit zu überzeugen vermag, besitzen die centralen Schleimzellen ziemlich starke Fortsätze, welche gewöhnlich in der Nähe des Kernes von der Zelle abgehen und sich wie der Kern leicht durch Carmin färben. Dies ist richtig und auch ich habe aus der Submaxillaris des Hundes Zellenformen isoliren können, die ganz mit den Heidenhain'schen Abbildungen und, was die Form anbelangt, auch mit den früher von mir aus der Thränendrüse dargestellten Zellen übereinstimmen. Auch die Beobachtung Heidenhain's kann ich — wie alle in seinem Buche enthaltenen positiven Angaben — nur bestätigen, dass die sich aneinander legenden tingirten Fortsätze der dem Umfange der Alveolen anliegenden Zellen zusammen mit den ebenfalls dunkelroth gefärbten Kernen rothe Streifen längs des Randes derselben hervorbringen. Aber ich muss entschieden bestreiten, dass dieses Factum allein zur Erklärung der Bilder, die wir am Umfange der Alveolen wahrnehmen, genügt. Vielmehr lässt sich in den meisten Fällen mit Sicherheit nach aussen von den dunkelroth tingirten wandständigen Kernen und Zellausläufern noch ein deutlicher den Alveolus nach aussen begränzender doppelter Contour nachweisen, der, wenn man ihn weiter verfolgt, häufig zu einer breiteren kernhaltigen Sichel anschwillt und von dem man nach dem Innern des Alveolus die intraalveolären Netze ausgehen sieht. Die Anhäufungen der protoplasmareichen Randzellen, die Lunulae erscheinen auf dem Durchschnitt gewöhnlich von Balken dieses Netzes förmlich umrahmt.

Jeden Zweifel an der Existenz des areolären Netzes heben endlich Macerationspräparate, die am besten durch Jodserum dar-

gestellt werden. Fig. 3 stellt einen sehr gut erhaltenen Korb um einen Acinus dar. Das intraalveoläre Netz ist nicht mehr vorhanden. Die feinen Fortsätze scheinen abgebrochen zu sein. Doch sieht man an anderen Präparaten wie z. B. Fig. 4 von einer multipolaren Zelle Fortsätze von einer Feinheit ausgehen, welche den Dimensionen der Bälkchen des intraalveolären Netzes durchaus entspricht.

Die Heidenhain'schen Versuche haben mit Evidenz bewiesen, dass unter dem Einfluss der Nervenreizung eine enorme Vermehrung der Randzellen eintritt. Heidenhain vermuthet, dass diese Vermehrung aus der Wucherung und Theilung der Elemente der Lunula hervorgeht.

Mir schwebte noch eine andere Möglichkeit der Herkunft dieser Randzellen vor: die Einwanderung aus dem Bindegewebe oder vielmehr aus den Blutgefässen, in der Weise, dass durch Reizung vasomotorischer Nerven eine massenhafte Auswanderung der Lymphkörperchen aus den Gefässen angeregt werde. Ich machte die Beobachtung, dass in jeder Hunde-Submaxillaris sich stets in den Interstitien zwischen den einzelnen Alveolen nicht seltene Lymphkörperchen nachweisen lassen, und war besonders erstaunt, zu finden, dass in der gereizten Drüse die relative Anzahl dieser interalveolären Lymphkörperchen stets beträchtlich vermehrt war. Ich suchte der Lösung dieser Frage durch das Experiment näher zu kommen, indem ich den Hunden, 1—3 Stunden bevor ich die Reizung der Drüse machte, fein zertheilten Zinnober in die Jugularvene injicirte. Ich rechnete darauf, dass die farblosen Blutkörperchen, wie in den bekannten v. Recklinghausen'schen Versuchen die Zinnoberkörnchen aufzehren und im Falle der Auswanderung hierdurch leicht zu erkennen sein würden. Dieser Versuch, der bis jetzt allerdings nur zweimal angestellt wurde, hat jedoch nur ein negatives Resultat ergeben. Keine einzige der neugebildeten Zellen enthielt ein Zinnoberkorn. Ich gedenke jedoch den Versuch mit einigen Abänderungen noch zu wiederholen und werde seiner Zeit darüber Bericht erstatten.

An die Submaxillaris des Hundes schliessen sich die Unterkieferdrüsen des Meerschweinchens und des Menschen unmittelbar an, wenn sie auch zuerst einen ziemlich in die Augen fallenden Unterschied zeigen. Die Secrete beider Drüsen enthalten Schleim in nicht unbeträchtlicher Menge und auch hier wird ganz, wie in der Submaxillaris des Hundes durch die nach der Heidenhain'schen Methode mikroskopisch so sehr leicht nachweisbare Schleimme-

tamorphose der die Alveolen ausfüllenden Zellen dieser Stoff bereitet.

Fertigt man mehrere Durchschnitte der Submaxillaris des Meerschweins und behandelt sie nach der Heidenhain'schen Methode, so wird man auf Flächenschnitten von etwa einer Quadratlinie die Alveolen in der schönsten Schleimmetamorphose erblicken. Die Alveolen erscheinen von einem dunkelroth gefärbten Saum umgeben, zeigen in ihrem Innern ein ebenfalls roth gefärbtes feines Netz, welches z. Th. durch die Tinction der Grenzen der einzelnen Epithelien, z. Th. durch die intraalveoläre Verästelung, deren Existenz mir übrigens in dieser Drüse nicht so evident zu demonstriren gelang, wie in der Submaxillaris des Hundes, bedingt sein mag. Der breite, stets sehr intensiv gefärbte Saum, welcher die einzelnen Alveolen umgiebt, beruht nur zum geringsten Theil auf der Tinction der Elemente des den Alveolus umgebenden Zellenkorbes. Derselbe zeigt vielmehr in dieser Drüse eine ganz schwache Entwickelung, ganz wie in der Submaxillaris des Kaninchens. Nur mit Mühe kann man an diesem Objekt das Vorhandensein der sehr abgeplatteten und feinen Zellen constatiren. Sichelformen kommen hier bereits gar nicht vor, sondern die kernhaltigen Anschwellungen bleiben stets nur sehr rudimentär. Der breite Saum entsteht zum grössten Theil durch die Tinction der der Alveolarwand unmittelbar anliegenden unregelmässig ovalen, meist etwas geschrumpften Kerne der schleimig degenerirten Zellen, besonders aber durch das Moment, auf welches Heidenhain in der Hunde-Submaxillaris diese Erscheinung ganz allein zurückführen wollte, und welches gerade in dieser Drüse am meisten in den Vordergrund tritt, die lebhafte Carmintinction der der Alveolarwand unmittelbar anliegenden Fortsätze der schleimig degenerirten Drüsenzellen. Durch Isolationspräparate überzeugt man sich gerade an dieser Drüse besonders leicht davon, dass in der nächsten Nähe des unregelmässig ovalen Zellkernes von der Zelle ein glänzender in Carmin sehr leicht sich färbender Fortsatz ausgeht. Diese Fortsätze legen sich an der Alveolarwand zusammen neben- und dachziegelförmig übereinander und nur an ganz schwach tingirten Schnitten vermag man diese Verhältnisse noch deutlich zu übersehen. Sobald die Tinction — und das geschieht sehr leicht — etwas intensiver ist, scheint ein dunkelrother ziemlich breiter doppelter Contour den ganzen Alveolus zu umgeben, der sich nicht mehr in seine einzelnen Constituenten, die Zellausläufer und di

Zellkerne sowie die nicht immer auf dem Durchschnitt erscheinenden platten sternförmigen Zellen mit ihren Ausläufern auflösen lässt, sondern der zu einem ganz homogenen breiten Bande verschmolzen ist.

Was diese Bilder von der Hunde-Submaxillaris schon auf den ersten Blick wesentlich unterscheidet, ist der Umstand, dass alle Alveolen des Präparats ganz gleichmässig schleimig degenerirt sind. Die Lunulae, die Complexe von Randzellen, welche bald mehr bald minder bedeutend, den Alveolen der Hundedrüse die verschiedenartigsten Gestalten geben und die verschiedenartigsten physiologischen Zustände der einzelnen Alveolen, ihre grössere und geringere Leistungsfähigkeit repräsentiren, fehlen diesen Bildern gewöhnlich gänzlich. Innerhalb vieler Dutzende neben einander liegender Alveolen kann oft keine einzige protoplasmahaltige lebenskräftige Zelle nachgewiesen werden.

Einen noch merkwürdigeren Unterschied von der Hunde-Submaxillaris wird man bemerken, wenn man nicht einige wenige, sondern eine ganze Menge von Durchschnitten aus dieser Drüse durchmustert. Man wird dann ganze grosse Regionen der Drüse antreffen, die ein durchaus verschiedenes Bild geben, ganze Schnitte, in denen man keine einzige schleimig metamorphosirte Zelle nachzuweisen vermag, sondern die durchweg das Bild der Kaninchen-Submaxillaris oder der Thränendrüse oder der Hunde-Submaxillaris nach der Reizung gewähren. Auch an diesen Stellen lässt sich das feine Zellennetz nachweisen. Die Dimensionen desselben unterscheiden sich in Nichts von denen, welche in den schleimig degenerirten Partien vorkommen. Ich habe mit grosser Geduld ganze Drüsen durchmustert und nur in den seltensten Fällen Uebergangsformen zwischen den total schleimig degenerirten und den meist bedeutend kleineren mit lebenskräftigen Zellen angefüllten Alveolen nachweisen können, woraus ich schliesse, dass in dieser Drüse die Schleimmetamorphose gleich die ganzen Alveolen betrifft, und dass es für dieselben dann keine Regeneration durch constanten mit der Schleimmetamorphose gleichen Schritt haltenden Nachwuchs von der Lunula her giebt, sondern dass stets eine Neubildung der ganzen Alveolen, über deren Modus ich allerdings nicht einmal Vermuthungen zu hegen wage, die schleimig degenerirten Partien der Drüse ersetzen muss.

Ungefähr in der Mitte zwischen der Submaxillaris des Meerschweins und des Hundes steht die Drüse des Menschen (Fig. 5), die ich leider frühestens erst 24 Stunden nach dem Tode der Leiche

entnehmen konnte. Die grosse Mehrzahl der Alveolen ist mit protoplasmatischen sehr grob granulirten Zellen angefüllt, deren Kerne meist sehr schwer sichtbar sind. Daneben finden sich meist in Partieen zusammenliegend Alveolen, deren Grösse die der gewöhnlichen um das 3—4fache übertrifft und die gewöhnlich gänzlich mit schleimdegenerirten Zellen angefüllt sind. Doch lassen sich mitunter auch in diesen Alveolen noch mehrere protoplasmatische Zellen nachweisen, sodass ich nicht entscheiden will, ob für diese Drüse ein Vergehen der ganzen Alveolen und ein Ersatz durch vollständig neugebildete oder ob innerhalb derselben Alveolen ein Vergehen und ein Ersatz der einzelnen Epithelien stattfindet. Das areoläre Gerüst schliesst sich, was Kaliber und Modus der Verästelung betrifft, sehr genau — wie die Abbildung zeigt — an das der Hunde-Submaxillaris an.

Allen den bis jetzt betrachteten Drüsen kommt neben dem eigentlichen secernirenden Parenchym der Alveolen noch ein System mit Cylinderepithel ausgekleideter Ausführungsgänge zu, welches besonders in der Kaninchen-Submaxillaris eine sehr hohe Entwickelung zeigt, jedoch keiner der bis jetzt betrachteten Drüsen, wie die Abbildungen zeigen, völlig abgeht. Die Streifung der der bindegewebigen Grundlage zugekehrten Zellenenden, welche Henle[1]) zuerst erwähnt und deren Natur dann Pflüger[2]) ausführlicher erörtert hat, konnte ich in jeder Drüse mit Leichtigkeit nachweisen.

Auch für das Pankreas, auf dessen vielfach complicirte anatomische Verhältnisse ich hier nicht weiter eingehen will, kann ich das Vorhandensein des spongiös bindegewebigen Netzwerkes constatiren, welches sich besonders beim Hunde und Menschen leicht nachweisen lässt, während es beim Meerschwein und Kaninchen eine bedeutend schwächere Entwickelung zeigt. Es findet sich in dieser Drüse nicht so sehr die regelmässig korbartige Anordnung des Netzwerks, wie in den bisher betrachteten Drüsen, sondern die durch Maceration dargestellten Systeme anastomosirender Zellen zeigen die verschiedenartigsten Formen als mehr oder minder unvollständige Umhüllungen der verschiedenartigsten Hohlräume. Beim Kaninchen und Meerschweinchen zeigt das intraalveoläre Netz nur eine sehr geringe

---

1) Eingeweidelehre S. 53 Fig. 31.

2) Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. 1866. S. 33.

Entwickelung. In Schleimdegeneration begriffene Secretionszellen habe ich im Pankreas niemals angetroffen, und dürfte diese Thatsache dafür sprechen, dass das Secret der Bauchspeicheldrüse kein Mucin enthalte, eine Frage, die bis jetzt noch nicht mit genügender Sicherheit entschieden ist [1]).

Während das Pankreas schon eine gewisse Lockerung in der korbartigen Anordnung des Netzwerkes zeigt, finden wir in der Leber von derselben bereits schon gar keine Spur mehr vor. In den Lebern aller untersuchten Thiere ist das Netz anastomosirender Zellen und Bälkchen durchgehend gleichmässig angeordnet. Ein bestimmtes Gesetz, ein bestimmtes Bestreben in der Anordnung der Hohlräume lässt sich hier nicht mehr wahrnehmen.

Am günstigsten ist für die Darstellung dieses Zellennetzes die in Osmium erhärtete Leber des Frosches. Meine Resultate stimmen wesentlich mit denen von Eberth [2]) überein. Entfernt man durch vorsichtiges Auspinseln feiner Schnitte die grossen kubischen bis polyedrischen Leberzellen, so erhält man neben dem Netz der theils mit Blutkörperchen gefüllten, theils zusammengefallenen Capillaren ein deutliches Netz anastomosirender areolärer Bindegewebszellen. Die Zellen selbst sind ziemlich gross, mit grossen runden körnigen Kernen ausgestattet. Die unmittelbar von der Zelle ausgehenden Fortsätze zeigen ein ziemlich starkes Kaliber, sind häufig abgeplattet und sind durch eine feine Längsstreifung ausgezeichnet. Um den Kern herum findet sich eine leichte protoplasmatische Granulirung, in welche glänzende feine Körper eingesprengt sind, welche sich auch mitunter bis in die Fortsätze hineinerstrecken, entweder Pigmentkörnchen oder fettartiger Natur, da sie nach der Osmiumbehandlung dunkelschwarz aussehen und sich von den gleichen Körnchen im Innern der Leberzellen nicht unterscheiden lassen. Die Verbindung der einzelnen Zellen geschieht durch ein System äusserst feiner Balken. Die Leberzellen liegen ohne irgend bestimmte Regelmässigkeit in den Maschenräumen des Netzes.

Mittelst derselben Methode lassen sich auch aus der Leber des Meerschweinchens die Balkennetze recht gut darstellen. Fig. 6 ist einem erwachsenem Thiere entnommen und zeigt im Leberparenchym neben den Blutcapillaren das Netz der feinen Bälkchen recht deut-

---

1) Kühne, Physiol. Chemie. S. 155.

2) Virchow's Archiv XXXIX.

lich. Um noch Kerne an den Knotenpunkten des Netzes und die Zusammensetzung desselben aus Zellen deutlich nachweisen zu können, muss man ganz junge Thiere auswählen.

Ebenso lässt sich in der normalen Leber des erwachsenen Menschen (Fig. 7) sehr wohl das Netz der feinen Bälkchen, welches oft eine Anordnung der Leberzellen in Längsreihen bedingt, aber nur in sehr seltenen Fällen die Zusammensetzung desselben aus Kernen nachweisen. Auch hier muss man auf die Jugendzustände oder — noch bequemer — auf die granulär atrophischen s. g. cirrhotischen Zustände der Leber zurückgreifen. Das reiche Contingent besonders von Säuferlebern, welches die Charité dem pathologischen Institut stellt, ermöglichte die Ausdehnung der Untersuchung auf eine ganz bedeutende Anzahl. Neben der Entwickelung echten fibrillären Bindegewebes finden sich in derartigen Lebern die Balken des Netzes stets ungewöhnlich verdickt, deutlich fibrillär, häufig sogar in eigenthümlicher Weise bis zur äussersten Feinheit ausgefasert. An den Knotenpunkten des Netzes sind die Zellkerne mit grosser Leichtigkeit nachzuweisen. Das (Fig. 8) gezeichnete Präparat zeigt die gewöhnliche Combination der granulären Atrophie mit Fettleber — die einzelnen Leberzellen sind alle mehr oder weniger stark mit Fett infiltrirt.

Auch der Niere fehlt unser areoläres Gerüst nicht. Ein Durchschnitt durch die Marksubstanz einer in Kali bichromicum erhärteten Niere vom Meerschwein, welches Untersuchungsobjekt ich sehr empfehlen kann (Fig. 9), zeigt die Harnkanälchen an Längs- und Querschnitten stets von einem deutlichen gewöhnlich etwas glänzenden, doppelt contourirten Saum umgeben. Verfolgt man diesen Saum, so sieht man, dass gar nicht selten spindelförmige kernhaltige Anschwellungen desselben vorkommen. Fertigt man die Schnitte etwas dicker und tingirt sie mit Carmin, so gelingt es leicht, wenigstens an einzelnen Stellen des Präparats, sowohl um die gewundenen (Fig. 10) wie um die geraden Harnkanälchen (Fig. 11) platte, aus kernhaltigen anastomosirenden Zellen zusammengesetzte durchbrochene Scheiden darzustellen, welche die ganze Tubuli in ziemlicher Vollständigkeit umhüllen. Die Zellen variiren sehr in Grösse, Form und in der Anzahl der abgehenden Aeste. Ein bestimmter durchgreifender Unterschied zwischen der Bekleidung der Tubuli contorti und der recti war nicht nachzuweisen. Fortsätze in das Innere des Tubulus zwischen die einzelnen Epithelien, welche dem intraalveolären Netz

der acinösen Drüsen entsprechen würden, existiren nicht. Doch finden sich Verbindungen und Anastomosen zwischen den einzelnen Scheiden benachbarter Harnkanälchen häufig, welche bei der Trennung der Theile nach Maceration in Kali bichromicum jedoch sehr leicht abzureissen pflegen, sodass die peritubulären Scheiden einen durchaus selbstständigen Eindruck machen und kaum Spuren von nach aussen eingegangenen Verbindungen und Anastomosen zeigen. Ganz ähnlich verhält sich das Bindegewebe in der Niere des neugeborenen Menschen.

Zum Schluss will ich noch des Baues der menschlichen Thränendrüse gedenken, welcher sehr bedeutend von dem der oben eingehend erörterten Thränendrüsen der Säugethiere abweicht. Ich verweise statt einer weitläufigen Beschreibung am besten auf Fig. 12, welche von der Feinheit der hier vorliegenden Verhältnisse jedoch nur ein sehr unvollständiges Bild zu geben vermag. Was vor allem auffällt, sind die grossen Distanzen der auf dem Durchschnitt kugeligen Alveolen. Zu beiden Seiten der, wie es scheint, in dieser Drüse besonders reichlich vorhandenen Capillaren, welche ungefähr in der Mitte der Interstitien zwischen je zwei Alveolen verlaufen und nie oder nur selten die Wand eines Alveolus unmittelbar berühren, liegen lange Reihen von Lymphkörperchen, sodass das Bild ganz den Eindruck macht, als ob die Blutcapillaren in perivasculären Lymphräumen verliefen. Von dem Inhalt der Alveolen ist es für gewöhnlich schwer, sich eine deutliche Vorstellung zu machen; an den Rändern des Präparats sieht man jedoch, dass die Zellen des Alveolus von ganz ungewöhnlicher Kleinheit sind und sich eigentlich durch Nichts von den zwischen den Alveolen so reichlich vorhandenen Lymphkörperchen unterscheiden. Diese Zellen werden in Alveolen zusammengehalten wiederum durch das einfach spongiöse Bindegewebe, welches jedoch in dieser Drüse eine solche Feinheit der Verästelung und ein so abweichendes Aussehen darbietet, wie bis jetzt in keiner Drüse auch nur annähernd zur Beobachtung gelangte. Bei einer anderen Gelegenheit gedenke ich eingehender auf diese Verhältnisse zurückzukommen.

Werfen wir jetzt einen vergleichenden Rückblick auf das ganze Gebiet der soeben behandelten Thatsachen, so haben wir vor allem das wichtige Factum zu registriren, dass in keiner einzigen der untersuchten Drüsen, so verschieden sie nach Function und Anordnung der Elemente auch sein mögen, jene eigenthümliche Form des

Bindegewebes fehlt, welche zuerst durch die Untersuchungen von His und Billroth aus den Lymphdrüsen bekannt geworden ist und die wir am besten wohl als spongiöses Bindegewebe bezeichnen. Wir sehen, wie dieses Gewebe, welches nach der Definition von Rollet[1]) von aus Zellen ausgewachsenen Netzen und Balken gebildet wird, in allen untersuchten Drüsen die Stütze für die Masse der secernirenden Elemente hergiebt, wie die letzteren in grösseren oder kleineren Hohlräumen und Maschen dieses Gerüstes ruhen. So ist das ganze Parenchyms der Leber von einem gleichmässig vertheilten Balkennetz durchzogen, welches den secernirenden Elementen als stützendes Gerüst dient. Diese Function gestaltet sich aber um so complicirter, je verwickelter und ausgebildeter die Configuration der Drüse erscheint, wenn die secernirenden Elemente sich in Röhren oder Träubchenform anordnen. In allen diesen Fällen finden wir, dass dieses Gewebe eine stützende, meist ziemlich starke Umhüllung der einzelnen Alveolen hergiebt, welche in der Form eines durchbrochenen Korbes erscheint und häufig noch in das Innere zwischen die einzelnen den Hohlraum ausfüllenden secernirenden Elemente, feine Fortsätze hineinschickt. Das Korbgeflecht kann in den verschiedenen Drüsen die verschiedensten Formen annehmen, bald aus dünnen Balken gebildet und exquisit weitmaschig erscheinen, bald aus breiteren Bändern bestehen und räumlich fast ebensoviel Maschenwerk wie Maschen (Hohlräume) darbieten.

Man hat sich gewöhnt, in jeder Drüse gleichsam stillschweigend die Existenz einer Membrana propria anzunehmen, einer structurlosen glashellen Haut, die überall und ganz continuirlich die Epithelmassen gegen das interstitielle Gewebe abgrenzt. Nur für die Leber ist schon seit geraumer Zeit der Glaube an die Existenz einer solchen Haut erschüttert worden, und nahm diese Drüse daher gewissermassen eine exceptionelle Stellung ein. Ueber die Histiologie der Membrana propria selbst herschen sehr wenig bestimmte Vorstellungen. Sollen wir sie uns als das Product einer cuticularen Ausscheidung vorstellen, welche die Epithelzellen nach der bindegewebigen Grundlage hin geliefert haben, oder ist sie eine verdichtete zu einer homogenen Lamelle verschmolzene Lage feinfibrillären Bindegewebes? Besteht sie vielleicht aus einer einfachen Lage ganz

1) Stricker, Gewebelehre. S. 46.

abgeplatteter verschmolzener Zellen und würde die Silberbehandlung vielleicht auch diese Haut, wie die homogen geglaubte Capillarwand histiologisch auflösen? Für die Beantwortung dieser und anderer Fragen finden sich gleich wenig Anhaltspunkte, weil man über die Membrana propria in der That nicht viel mehr wusste, als wie sich aus dem Nachweis eines blossen doppelten Contours, der das Drüsenparenchyms gegen das interstitielle Gewebe begränzte, entnehmen liess.

Unsere Untersuchungen haben uns gelehrt, dass in einer Reihe von Fällen dieser doppelte Contour keineswegs stets ein continuirlicher, dass die äussere Begränzung der Alveolen gegen das umgebende interstitielle Gewebe der Drüsen stets eine mehr oder minder unvollständige ist. Wir haben nachgewiesen, dass in vielen Fällen dieser doppelte Contour nur ein Bild darstellt, unter welchem uns ein korbartig angeordnetes System spongiösen Bindegewebes entgegentritt. Für die Speichel- und Thränendrüsen möchte ich hier die Behauptung aufstellen, dass ausser diesen durchbrochenen Körben eine Membrana propria im Sinne der Lehrbücher nicht existirt. Wenigstens wäre ich sehr in Verlegenheit, wo ich neben diesen Körben, die in das Innere der Alveolen ihre Fortsätze entsenden und ebenso nach aussen mit den Umhüllungen anderer benachbarter Alveolen Verbindungen und Anastomosen eingehen, noch einer structurlosen glashellen Haut ihren Platz anweisen sollten, — ganz abgesehen davon, dass die durchbrochenen Körbe vollständig zur Erklärung der sich uns darbietenden Bilder genügen.

Anders liegt die Sache an der Niere, wo, wie wir oben gesehen haben, die aus spongiösem Bindegewebe gebildeten Zellen keine Fortsätze in das Innere der Tubuli entsenden. Behandelt man die Niere eines Meerschweinchens ein- bis zweimal 24 Stunden mit Holzessig in einem Grade der Verdünnung, welcher macerirend wirkt — bestimmte Grade der Verdünnung sind bei einem so wechselnden Präparat nicht anzugeben —, so löst sich, wie es scheint, das gesammte interstitielle Gewebe der Niere auf und man kann die Harnkanälchen mitunter in ausserordentlicher Länge isoliren. Bemerkenswerth ist nun, dass an derartigen Präparaten nichts von den peritubulären Scheiden mehr zu sehen ist, sondern dass die Kanälchen ganz glatt homogen und dabei doch stets doppelt contourirt erscheinen. An den Bruchstellen der Kanälchen sieht man häufig eine feine continuirliche blasse Haut, die den Tu-

bulus umhüllt, deutlich hervorstehen. Kerne oder Zellenreste habe ich bis jetzt an derselben noch nicht nachzuweisen vermocht. Für diese Drüse wenigstens müssen wir an der Ansicht festhalten, dass sich zwischen das Epithelrohr und die dasselbe umgebende Scheide noch eine echte Membrana propria im Sinne der Lehrbücher einschiebt, über deren Histiogenese und histiologische Beziehungen zu der ihr aufsitzenden Epithellage sowie zu den sie einschliessenden spongiös bindegewebigen Scheiden uns erst weitere Untersuchungen Aufklärung verschaffen müssen.

Berlin, 8. März 1869.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XX.

Die römischen Ziffern zeigen die Nummern der Hartnack'schen Objective, die arabischen die der Oculare an.

Fig. 1. IX, 2. Durchschnitt durch die in Osmium erhärtete Submaxillaris des Kaninchen.

Fig. 2. IX, 2. Durchschnitt durch die nach Heidenhain's Methode behandelte Submaxillaris des Hundes.

Fig. 3. IX, 2. Ein durch Maceration in Jodserum isolirt dargestellter Drüsenkorb aus der Submaxillaris des Hundes. Mit den Epithelien sind auch die intraalveolären Fortsätze und Verästelungen des Drüsenkorkes herausgefallen.

Fig. 4. IX, 2. Aus derselben Drüse. Eine durch Maceration in Jodserum isolirte sternförmige Zelle des Drüsenkorbes. der noch die feinsten intraalveolären Verästelungen anhaften.

Fig. 5. IX, 2. Durchschnitt durch die in Osmium gehärtete Submaxillaris des Menschen.

Fig. 6. IX, 2. Theilweise ausgepinselter Durchschnitt aus der in Osminm gehärteten Leber des Meerschweinchens.

Fig. 7. IX, 3. Aus der normalen menschlichen Leber mit Osmium behandelt. Gruppen der Leberzellen in Maschen eines feinen Balkennetzes.

Fig. 8. IX. 2. Schnitt durch die granulär atrophische Fettleber des Mencchen. Im Osmium erhärtet und theilweise ausgepinselt.

Fig. 9. IX, 2. Schnitt durch die in Kali bichromicum erhärtete Niere des Meerschweinchens.

Fig. 10. IX. 2. Gewundenes Harnkanälchen aus derselben Niere. Die bindegewebige Scheide ist durch Carmintinction sehr schön hervorgetreten. Die Kerne der Nierenepithelien sind nicht gezeichnet, um das Bild nicht zu verwirren.

Fig. 11. IX, 2. Gerades Harnkanälchen derselben Niere in derselben Weise behandelt.

Fig. 12. IX. 2. Schnitt durch die in Osmium erhärtete Thränendrüse des Menschen.

Ueber die Schichtung des Forellenkeims.

Von

Dr. Rieneck.

Aus dem Institute für experimentelle Pathologie der Wiener Universität.

Hierzu Taf. XXI, Fig. 1 u. 2.

Unsere Kenntnisse über den Keim der Knochenfische sind weitaus mangelhafter, als jene über den Batrachier- und Vogelkeim.

Trotz der Gunst der Verhältnisse sind die Fischeier noch nicht auf Durchschnitten studirt worden. Zwei Abbildungen [1]) von solchen aus dem abgefurchten Forellenkeime bilden die einzige Ausbeute, welche auf diesem Gebiete mit Hülfe des gerade hier so wichtigen technischen Hülfsmittels an die Oeffentlichkeit gelangt sind.

Auf diesen Durchschnitten wurde von Stricker die Existenz einer Furchungshöhle und einer darüber hingespannten zweiblättrigen Keimhaut dargethan, und somit die kurz vorher von Lereboullet [2]) für das Hechtei gemachte Aussage auch für das Forellenei bestätigt.

Ich sprach eben von der Gunst der Verhältnisse und ich muss wohl auseinandersetzen, worin diese bestehen. Durch die künstliche Befruchtung haben wir ein Mittel in Händen, die Entwicklung vom Anfange an zu studiren. Zumal Forelleneier in Eiswasser noch ziemlich gut fortkommen, ist uns dadurch ein Material geboten, welches an Langsamkeit des Entwicklungsganges kaum etwas zu wünschen lässt. Die Leichtigkeit, mit der solche Eier in grossen Quantitäten zu züchten sind, und der Umstand endlich, dass man an jedem Ei, bevor es getödtet wird, dessen Entwicklungshöhe be-

1) In Stricker's Untersuchungen über die Entwicklung der Bachforelle. Wiener Sitzgsber. Bd. L 1 Mai 1865.

2) Nouvelles recherches et Annales des sciences naturel: Zool. II. 1864.

stimmen kann ohne den Gang der Entwicklung zu unterbrechen, sind gleichfalls nicht gering anzuschlagen. Mehr als alle die genannten Verhältnisse wiegt aber die Kleinheit der Eier. Sie lassen sich so leicht in grossem Ueberschusse von Chromsäure aufbewahren; von den nach wenigen Tagen gehärteten Eiern lassen sich die starren Hüllen so leicht abziehen, die nackten Kügelchen ferner halbiren und einbetten, dass eigentlich alle Anforderungen erfüllt sind, welche man stellen muss, um mit Aussicht auf Erfolg topographische Studien anzustellen. Freilich muss man dabei voraussetzen, dass die Topographie an in Chromsäure erhärteten Eiern noch einen Werth besitze. Wer häufig genug lebende Gewebe in verdünnte Chromsäure geworfen hat um sie nach einigen Tagen auf Durchschnitten zu untersuchen, kommt allerdings zu der Ueberzeugung, dass das genannte Reagens von ausserordentlichem Werthe ist. Es ist aber schon oft genug auf die Gefahr aufmerksam gemacht worden, welche in der Aufbewahrung in Chromsäure liege und ich will daher denjenigen, welche sich dieser bequemen Methode verschliessen, nicht mit einer Behauptung entgegen treten, die sich ohne viel Worte sehr schwer beweisen lässt. Ich werde Durchschnitte von Chromsäurepräparaten schildern, und die Schlüsse nur begründen durch so hervorragende Merkmale, wie sie durch das Reagens nicht geschaffen werden können.

Das Interesse, welches wir dem Fischkeime entgegen tragen können, reicht weiter als bis an den Gesichtspunkt einer Bereicherung unserer vergleichenden embryologischen Kenntnisse.

Der Fischkeim lässt sich bekanntlich mit dem Vogelkeime insofern analogisiren, als in beiden ein Nahrungsdotter vorhanden ist. Nun sind wir in der letzten Zeit durch His [1]) darüber belehrt worden, dass der Leib des Vogelembryo sein Material aus zwei verschiedenen Quellen bezieht, einmal aus dem gefurchten Keime und dann aus dem sogenannten weissen Dotter, etwas stärker ausgedrückt: dass Blut und Bindegewebe des jugendlichen Thieres nur mütterliche Beigabe sind. Peremeschko [2]) hat allerdings schon auf die vorläufigen Mittheilungen von His und gegen dessen Auffassung Einsprache erhoben und daraufhingewiesen, dass auf dem

1) Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868.

2) Wiener Sitzgsber. K. Bd. VII. Abtheil. II, Märzheft 1868.

Grunde der Dotterhöhle grosse Formelemente vorkommen, die in den Embryonalleib einwandern, dass es aber nicht erwiesen ist, ob diese Formelemente Bestandtheile des weissen Dotters, oder Reste des gefurchten Keimes sind. Peremeschko hat auch schon darauf hingewiesen, welche Bedeutung in dem von His producirten Ausspruche liegt, dass ein Theil des Embryo aus nicht befruchteten und aus nicht gefurchten Bestandtheilen des Eies entstehen soll, aus Bestandtheilen, von welchen wir nicht einmal wissen, ob sie aus organisirter Materie zusammengesetzt sind. Neuerdings hat Waldeyer [1]) gegen die eben besprochene Aussage von His in dem Sinne Peremeschko's Einsprache erhoben. Waldeyer kommt gleichfalls zu dem Zweifel, ob die sogenannten Formelemente des weissen Dotters nicht auch Reste des gefurchten Keimes wären. Andererseits bespricht Kuppfer [2]) wieder Zellen des Fischeies, welche nicht aus den Furchungszellen hervorgehen, sondern auf dem Wege der »freien Zellenbildung« entstehen. In Rücksicht auf diesen Standpunkt der Frage muss uns also das Fischei in hohem Grade interessiren, denn hier lässt sich ein weisser Dotter von einem gelben nicht unterscheiden. Hier kommen im Dotter keine Formelemente vor, über deren Organisation oder Nichtorganisation gestritten wird.

In Anbetracht also der Analogie des Fischeies mit dem Vogelei, in Anbetracht dieser eben auseinandergesetzten Beschaffenheit des Nahrungsdotters der Erstern, war es dringend gerathen, dem Aufbau des Keimes mit Zuhülfenahme von Durchschnitten zu folgen.

Bei einem negativen Ergebnisse, wenn sich bei den Fischeiern ein den sogenannten Parablasten von His analoges Gebilde nicht aufweisen liesse, mochte die ganze Frage zwar wenig gefördert werden; denn die Theilung des Keims in Parablast und Archiblast ist sicher nicht vertreten bei den Säugethieren, nicht vertreten bei den Amphibien, und was könnte es beweisen, wenn sie auch bei den Fischen nicht vorhanden ist. Und was endlich die positive Behauptung einer freien Zellbildung betrifft, so wissen wir, wie schwer es ist, dagegen mit negativen Befunden zu kämpfen. Hingegen war von einer positiven Antwort im Sinne Peremeschko-Waldeyer zu erwarten, dass eine der einschneidendsten Lehren der Entwicklungs-

1) Zeitschrift f. rationelle Medicin 1869.

2) Dieses Archiv, Bd. I, p. 218.

geschichte, dass nämlich der Embryo aus dem befruchteten Keime und nur aus diesem stamme, aufrecht erhalten bleibe.

Die Untersuchung des Fischkeims war übrigens noch aus andern Gründen geboten.

Wenn wir die verschiedenen Arbeiten, welche in den letzten Jahren über die Schichtung des Vogelkeims von Hensen, Dursy, His, Peremeschko und endlich auch von Waldeyer durchblicken, müssen wir diese Frage als in der ärgsten Zerfahrenheit begriffen ansehen. Ich will hier nicht noch einmal alle die Anschauungen der genannten Forscher wiederholen: sie sind ohnehin in den letzten Jahren häufig genug wieder aufgezählt worden, ich will nur daran anknüpfen, was die allerletzte Controverse ergiebt, dass nämlich His aus dem obern Keimblatte Remak's auch die Muskelplatte entstehen lässt, während Peremeschko und Waldeyer sich wieder auf den Standpunkt Remak's stellen. Während ferner His das untere Keimblatt aus dem obern entstehen lässt und in diesem unteren wenigstens einen Theil dessen sucht, was Remak im mittleren Keimblatte gesucht hatte, behauptet Peremeschko, dass das eigentliche mittlere Keimblatt zwischen zwei vorhandenen einwandere, dass also das ursprüngliche untere, wie immer die Entstehungsweise gedeutet werden mag, nur die Bedeutung des Drüsenblattes habe.

Eingehende Kenner des Vogelkeims können sich nicht verhehlen, dass ein grosser Theil der Widersprüche dadurch begründet ist, dass die Entwickelungsstadien des Vogelkeims bei regelrecht eingeleiteter Brütung zu rasch auf einander folgen, dass man also nicht leicht hinreichend viel gleichartige Stufen bekommt, um bei dem immerhin schwierig zu handhabenden Materiale eine ausreichende Kritik anlegen zu können. Bei den Fischeiern liegen die Sachen anders; hier kann man aus den schon angeführten Gründen die Uebergangszustände mit viel grösserer Sicherheit verfolgen.

Indem ich mich nun an mein Objekt wende, will ich die Furchung nicht weiter in Betracht ziehen, sondern an die Zeit anknüpfen, um welche diese vollendet ist. Der Keim des Forelleneies stellt hier einen Kuchen dar, der mit näherungsweise ebener Basis in einer leichten Vertiefung des Nahrungsdotters ruht und mit abgeplatteter sphärischer Oberfläche an die Dotterhülle grenzt. Die oberflächlichste Lage von Zellen ist schon zu einer Schicht angeordnet, so dass man im Sinne Reichert's von einer fertigen Umhüllungshaut

sprechen könnte. Die übrigen Zellen des ganzen Kuchens oder Hügels sind lose neben einander gelagert, ohne dass eine bestimmte Anordnung zu erkennen wäre. Einige von den Zellen zeichnen sich durch einen besonders stark gelblichen Inhalt aus. Wenn man näher zusieht, so ergiebt es sich bald, dass dieser Inhalt den gelblichen Körpern ähnlich ist, welche im Nahrungsdotter angetroffen werden. Es legt also dieser Befund die Vermuthung nahe, dass die Zellen des Keims gewisse Formbestandtheile des Nahrungsdotters in sich aufnehmen. Sehr häufig trifft man mit solchen Partikelchen gefüllte Zellen an der Basis des Hügels; nicht selten aber deren einige auch höher oben an. In dem erstgenannten Falle liegt die Erklärung der oben angedeuteten Vermuthung ziemlich auf der Hand. Die ausserordentlich weichen embryonalen Zellen können die Formbestandtheile des Dotters, auf welchem sie aufliegen, gewiss ohne weiteres in sich aufnehmen. Schwieriger ist nur die Deutung, wie jene Keimzellen, welche von dem Dotter weiter entfernt nach oben liegen, zu ihrem Inhalte kommen. Es blieb uns hier die Alternative offen, dass entweder die Zellen selbst innerhalb des Keims im Laufe mehrerer Entwicklungstage nicht an einer und derselben Stelle liegen bleiben, also beispielsweise sich erst am Boden des Nahrungsdotters mit gelben Körpern sättigen und dann in die Höhe kriechen, oder aber, dass die Formpartikeln des Dotters in irgend einer mechanischen Weise in den Keim hineingedrückt und dort von den Formelementen gefressen werden. Immerhin deutet uns der Befund das mögliche Verhältniss zwischen Keim und Nahrungsdotter an, es deutet uns an, wie das ohne Gefässsystem, ohne Darmkanal, ohne irgend welchen besondern Apparat eingerichtete Thier, welches wir Keim nennen, aus der Unterlage, auf welcher es ruht, seine Nahrung bezieht. Im weitern Verlaufe der Entwicklung wandelt sich der dicke Kuchen zu einer platten Scheibe um, der Keim greift nunmehr über einen etwas grösseren Abschnitt des Nahrungsdotters hinüber, darauf erkennt man auf dem Durchschnitte, dass sein Durchmesser, seine Dicke geringer geworden ist. Dabei ist jedoch zu beachten, dass mit dieser Ausbreitung eine Sonderung zwischen Peripherie und Centrum vor sich geht. Die Peripherie bleibt nämlich auf der Unterlage aufruhend, während das Centrum von der Unterlage allmählig abgehoben wird. Der peripherisch aufsitzende Theil bildet nun einen Ring, in welchem der centrale übergespannte Theil, wie das Fell in dem Trommelringe sitzt. Um diese

Zeit sind die Formelemente, welche den central über die beginnende Höhle gespannten Theil bedecken, schon so angeordnet, dass man auf die zukünftige Bedeutung des Blattes mit Sicherheit schliessen kann. Die oberflächlichen Zellenschichten sind schon abgeplattet und bilden förmlich eine Reihe von Pflasterepithel, während die tieferen Lagen sich mehr cylindrisch anordnen. Es ist dies annäherungsweise dasselbe Verhältniss, wie es von Stricker bei den Batrachiern geschildert wurde. Bekanntlich wurde von ihm das sensorielle Blatt Remak's in zwei Abtheilungen geschieden, indem er hervorhob, dass sich daselbst jene Zellenlage, welche die äussere zellige Bedeckung bildet, durchaus isolirt und mit anderen Merkmalen versehen, von einer tiefer liegenden für die Nervengebilde bestimmten Anlage unterscheiden lässt. Auch hat Stricker schon an einem anderen Orte hervorgehoben, dass diese Scheidung bei den Fischen noch viel distincter ist, als bei den Batrachiern, dass sich daselbst die oberflächlichsten für die Epithelialgebilde allein bestimmten Zellen zu Platten anordnen, die sich an in Chromsäure erhärteten Präparaten nicht selten in ganzen Fetzen abheben. An dem frühen Stadium, welches uns hier entgegentritt, ist also schon die Sonderung des Remak'schen äussern Keimblattes in zwei Lagen, in ein äusseres Hornblatt im engeren Sinne und eine tiefere Nervenanlage geschieden. Ein weiteres Blatt existirt aber in dieser Gegend, also in dem grössten Theile der Embryonalanlage nicht und kann auch hier gar nicht gesucht werden; der Embryo wird eben nicht im Centrum, sondern nur an einem Punkte des peripheren Ringes angelegt und dieser grösste, das Centrum bildende Abschnitt wird zu nichts Anderem verwendet, als zur Bildung einer Kappe, welche allmählig den ganzen Dotter umwächst, später das bekannte Dottersäckchen des neugeborenen Fisches bildet und in welchem von vornherein nichts Anderes angelegt ist, als das Analogon der oberen Schichte des Remak'schen äusseren oder sensoriellen Keimblattes.

Ich habe schon oben angeführt, dass der centrale Theil des Keimblattes über einer eben beginnenden Höhle liegt, und hier ist wohl der Ort, wo ich betonen muss, dass ich mich auf Durchschnitte aus gehärteten Präparaten beziehe. Denn in der letzten Publication auf diesem Gebiete [1]) betont Kuppfer, dass er diese Höhle nicht gesehen hat. Ich selbst muss diese Aussage für

1) Kuppfer l. c.

das Forellenei insofern unterstützen, als es mir auch hier nicht gelang, am frischen unverletzten Keim eine Höhle zu erkennen. Es ist aber die erste Regel in der mikroskopischen Technik, Höhlen die nicht ohne Hülfsmittel zu erkennen sind, auf Durchschnitten zu prüfen, und zu diesem Zwecke muss der sonst zerfliessliche Keim gehärtet werden. Merkwürdiger Weise stimmt aber nun diese auf Schnitten sichtbare Höhle mit den Verhältnissen des Vogelkeims in seltener Weise überein, und spielt in dieser Höhle ein ganzer Akt des entwicklungsgeschichtlichen Dramas ab, so dass ich mich auf sie beziehen muss, immerhin aber unter der Angabe, dass sie auf Chromsäurepräparaten gesehen wurde.

Auf dem Boden dieser Höhle nun sind einzelne lose neben einander gelegene Formelemente anzutreffen, die bald zu zweien, bald zu dreien über einander als locker hingeworfene granulirte Klümpchen liegen und nicht selten bis an die über die Höhle gespannte Decke heranreichen, also wirkliche subgerminale Fortsätze ausmachen. Diese Fortsätze sind aus grösseren Zellen zusammengesetzt, als die oberflächlichsten Lagen, als die Lagen des Remak'schen sensoriellen Blattes. Stricker [1]) hat schon für die Batrachier mit grosser Bestimmtheit darauf hingewiesen, dass die Zellen, welche die Anlage des sensoriellen Blattes ausmachen und oberflächlich liegen, kleiner sind als alle anderen central gelegenen. Diese wären grösser, weil die Furchung in ihnen noch nicht so weit fortgeschritten ist. Auch bestünde ihr Inhalt aus Dotterplättchen, welche noch wenig verändert sind. In neuester Zeit weist Waldeyer darauf hin, dass die subgerminalen Fortsätze des Vogelkeims aus grösseren Zellen bestehen und ich kann diese Aussage aus eigener Beobachtung bestätigen. Es muss uns also die Analogie, welche jetzt zwischen dem Keime des Vogeleies, dem des Fischeies und dem Batrachierei in die Augen sticht, zum Vergleiche auffordern.

In dem einen wie in dem andern Falle sind die oberflächlichsten Zellen die kleinsten, und das sind jene, welche zur Anlage des sensoriellen Blattes dienen. Die grossen Formelemente der Batrachiereier sind noch nicht weit genug vorgeschrittene Furchungselemente, und die Elemente, welche von dem sensoriellen Blatte des Fischkeims auf Durchschnitten als subgerminale Fortsätze in die Höhle hineinragen und auch auf dem Boden derselben angetroffen werden, sind

1) l. c.

ihre Analoga. Die oberen Zellen des Keims ordnen sich zu einem zweischichtigen sensoriellen Blatte an, die unteren schreiten in der Furchung nicht so rasch vorwärts, fallen erst theilweise auf den Boden der Höhle herab, und dadurch wird die untere Partie des Keims unregelmässig begrenzt, dadurch kommen auf dem Durchschnitte die Bilder von Fortsätzen zu Tage. Endlich fällt auch der Rest von grossen Zellen herab, und wir haben nun die complete Analogie mit dem Batrachierei. In der Mitte eine Höhle, darüber die kleineren Zellen als sensorielles Blatt, und darunter die grossen Zellen für den Rest des Embryonalleibes. Stricker hat gezeigt, dass diese grossen Zellen im Batrachierei an den Ort ihrer Bestimmung wandern, und die Sachen verhalten sich genau so im Fischei. An dem Orte, wo diese grossen Zellen jetzt liegen, werden sie später nicht mehr angetroffen, während sich Zellen desselben Aussehens allmählig an der Peripherie ansammeln. Ja man kann die Wanderungsspur verfolgen, von den central am Boden neben einander liegenden bis zu den an der Peripherie compact angesammelten Zellen.

Die Zellen, von denen hier die Rede ist, stehen durchaus in derselben relativen Lage zum Nahrungsdotter, wie jene Zellen, welche man auf dem weissen Dotter im Vogelei antrifft, und welche Peremeschko zuerst abgebildet hat. Beim Vogelei kann eben, wie früher hervorgehoben wurde, darüber gestritten werden, ob diese Zellen aus dem weissen Dotter oder vom Keime herrühren, und es muss darüber gestritten werden, sobald ein Forscher mit der positiven Behauptung auftritt, dass diese Zellen wirklich dem weissen Dotter angehören. Im Fischei aber kann darüber nicht gestritten werden, denn diese jungen Zellen, welche auf dem Boden der Höhle gefunden werden, können aus dem Dotter nur auf dem Wege der freien Bildung entstehen, weil eben in diesem Dotter überhaupt keine organisirten Formelemente vorhanden waren, und einer solchen Annahme kann man Angesichts der oben erörterten Verhältnisse füglich nicht huldigen.

Für den Fischkeim werden wir also die Begriffe Parablast und Archiblast ad acta legen und uns einfach an die Thatsache halten, dass sich an den Stellen, wo sich der Keim vom Dotter abhebt, unter einer mehrschichtigen Oberlage kleiner Zellen d. i. unter dem sensoriellen Blatte eine Summe von grossen Zellen vorfindet, welche

später an die Peripherie rücken, um dort in bestimmter Weise verwendet zu werden.

Bevor ich zur Betrachtung der peripherischen Theile übergehe, soll noch die Frage ventilirt werden, ob diese grossen Zellen aus den obigen Schichten herausgewachsen sein können, ob wir also ein Recht haben, uns wenigstens in dieser einen Beziehung an His anzuschliessen. Eine übersichtliche Betrachtung der frühen Lebenszustände im Thierreiche überhaupt lässt eine solche Anschauung durchaus verwerflich erscheinen. Die Formelemente des eben entstehenden Thieres gehen bekanntlich aus einer grossen Mutterzelle hervor, und es gehört mit zum Wesen der fortschreitenden Entwicklung, dass die Tochterzelle immer kleiner wird bis zu einer gewissen Grenze, über die es nicht hinausgeht. Es ist nunmehr bei den Batrachiern mit aller Schärfe erwiesen, dass die grossen Zellen, welche sich im Centrum des Eies oder in der sogenannten centralen Dottermasse vorfinden, solche Bestandtheile der Mutterzellen sind, welche in der Tochtererzeugung noch nicht weit vorgeschritten sind. Darüber sind die Meinungen einig. Es ist allgemein angenommen worden, dass die Furchung vom oberen Pol gegen den unteren herab fortschreitet und dass die am wenigsten gefurchten grössten Formelemente im Centrum liegen bleiben. Es ist also hier der Weg gezeigt, in welcher Weise das Verhältniss von den grossen Formelementen zu den kleinen im Keime aufzufassen ist. Es wäre durchaus verkehrt, anzunehmen, dass die grossen Zellen Töchter der kleinen sind, es kann nur das Umgekehrte der Fall sein. Die kleinen gehen aus den grossen hervor, und als sicheres Merkmal für diese Aussage gilt der Umstand, dass die grossen Formelemente auch noch die grossen aus dem ursprünglichen Ei herrührenden Dotterplättchen tragen, während die kleinen Zellen schon fein granulirt erscheinen. An der Hand dieser Erfahrungen können wir nun die Verhältnisse im Fischkeime gleichfalls nicht anders deuten, als dass die tiefer liegenden Zellen, resp. die subgerminalen Fortsätze nichts Anderes sind, als die tiefsten Partieen des gefurchten Keims, welche in der Furchung noch nicht so weit vorgeschritten sind, als die oben gelegenen, und wenn Jemand mit der Behauptung auftritt, dass diese grossen Formelemente aus den kleinen oberen hervorgewachsen seien, so liegt es wenigstens an ihm, diese Behauptung zu beweisen.

Es ist schon früher hervorgehoben worden, dass der Keim an

der Stelle, wo er im Dotter aufliegt, d. i. an der Peripherie dicker ist, als in dem centralen Theile, welcher über eine Höhle hingespannt ist. In diesem centralen Theile sieht man, wenigstens so lange, als eine Höhle besteht, wie gleichfalls schon erwähnt wurde, nicht mehr als zwei Schichten, welche beide zusammen dem Remak'schen sensoriellen Blatte entsprechen und zwar eine obere plattzellige und eine untere mehrschichtige, zum Theil pallisadenartig angeordnete, mit Rissen und Anhängseln an seiner unteren, dem Boden zugekehrten Fläche. Unter diesen liegt die Höhlung, auf deren Boden die grossen Formelemente anzutreffen sind. Geht man nun von diesem centralen Theile gegen die Peripherie hin, so kann man einmal der Fortsetzung des centralen Keimblattes folgen, d. i. der aus zwei Lagen zusammengesetzten, dem Remak'schen sensoriellen Blatte analogen Schichte, unter welcher eine aus etwas grösseren Formelementen bestehende Schichte liegt, deren Continuität gleichfalls bis gegen das Centrum hin verfolgt werden kann. Diese Continuität verläuft aber über die auf dem Boden der Höhle hingestreuten grossen Formelemente. Man sieht förmlich den Keim da, wo er in der Peripherie auf dem Dotter aufliegt, in zwei Strahlen auslaufen, deren oberer die centrale Decke der Dotterhöhle, deren unterer die eben erwähnten grossen Formelemente sind. Der Embryo legt sich aber nur an einer Stelle dieser peripheren Verdickung an und es ist daher auch nur eine bestimmte Stelle der Peripherie des Keimblattes, wo sich die Verdickung bedeutender geltend macht und wo jetzt schon die Scheidung jener Zellen, welche unter dem Remak'schen sensoriellen Blatte liegen, in ein dickeres oberes und in ein dünneres einzelliges unteres Blatt geltend macht, kurz wir kommen auch hier wiederum auf den Zustand, der uns mit Remak sagen lässt: es ist ein unteres Drüsenblatt, ein mittleres dickeres motorisches Blatt und ein oberes sensorielles Blatt vorhanden, nur ist das obere in demselben Sinne, wie es Stricker für die Batrachier dargethan hat, auch hier bei den Fischen in ein eigenes oberflächliches Horn- und in ein tieferes pallisadenartig angelegtes Nervenblatt geschieden. Wollen wir übrigens mit noch grösserer Strenge vorgehen, wollen wir den Blättern keine Namen beilegen, welche sich auf zukünftige Vorgänge beziehen, so können wir doch festhalten, dass zwei Hauptlagen da sind, deren obere aus kleineren, und deren untere aus grösseren aus einem entlegenen Orte hergewanderten Elementen gefügt ist. Das obere wie das untere Blatt aber lässt

zwei Lagen erkennen. Mit der bisherigen Beschreibung zweier Blätter (Lereboullet, Stricker) ist also nur das obere aus kleineren Zellen bestehende bekannt geworden. Es ist, ich muss das in Rücksicht auf die vielen Missverständnisse noch einmal hervorheben, nur das Analogon dessen, was Remak sensorielles Blatt genannt hat. Die zweite untere Lage grosser Zellen war bisher nicht bekannt. Diese ist nur in der Peripherie anzutreffen, und macht den Rest der ganzen Embryonalanlage aus.

Erklärung der Abbildungen Fig. 1 u. 2 auf Taf. XXI.

Fig. 1. Durchschnitt aus dem gefurchten Forellenkeim. Die oberen Zellen a sind bereits zu einer Reihe geordnet. Der Rest b liegt noch ungeordnet neben einander. a Dotter. e Lücken in demselben an in Terpentin aufbewahrten Präparaten.

Fig. 2. Der Keim liegt über einer Höhle h. Auf dem Boden derselben die Wanderzellen c, welche continuirlich übergehen in die tieferen Lagen der peripheren Verdickung, der eigentlichen Rückenanlage b.

Ueber die Gewebsveränderungen in der entzündeten Leber.

Von

Dr. **And. v. Hüttenbrenner.**

Aus dem Institute für experimentelle Pathologie der Wiener Universität.

Hierzu Taf. XXI, Fig. I u. II.

Die Schlüsse, zu welchen Holm[1] in seinen Untersuchungen über die traumatische Leberentzündung gelangt ist, sind nachträglich von Koster[2]) und von Josef[3]) bestritten worden. Die Angaben Holms gipfeln zunächst in dem positiven Ausspruche, dass die Leberzellen durch ein Trauma zu Fettkörnchenzellen werden und dass sich diese rings um einen fremden Körper strecken, in Fasern umgestalten, so dass aus den Körnchenzellen Körnchenfasern werden und dass diese es sind, welche in die Lebernarbe übergehen. Ferner führt Holm an, dass da, wo eine in die Leber eingesteckte Nadel Leberzellen trifft, die Erkrankung intensiver sei, als da, wo sie auf Bindegewebe stösst. Indem er ferner von der Kerntheilung in den Leberzellen spricht, reiht er daran die Aussage, dass aus den mehrkernigen Leberzellen die kleinen Zellen (Granulationszellen) abzuleiten seien, fügt aber hinzu, »dass er nicht im Stande gewesen sei, verfolgen zu können, auf welche Art die jungen Zellen frei wurden. Ihr Vorkommen in mehr oder weniger dichten Haufen, wie man diese bisweilen findet, spricht vielleicht etwas zu Gunsten dieser An-

1) Wiener Sitzungsberichte Bd. LV II. Abth. Märzheft 1867.

2) Centralblatt 1868 N. 2.

3) Ueber den Einfluss chemischer und mechanischer Reize auf das Lebergewebe Inaugural-Dissert. Berlin 1868.

nahme.« Für ihren Ursprung aus Bindegewebszellen konnte er gar keinen sichern Anhaltspunkt finden. Gegen diesen letzten Theil der Holm'schen Aussage wendet sich Koster, indem er auf Grundlage der inzwischen bekannt gewordenen neuen Eiterungstheorie auch die Eiterkörperchen in der Leber als farblose Blutkörperchen anspricht.

Die auf die Eiterbildung bezüglichen Angaben Holm's sowohl wie Kosters sind nicht mehr wie Wiederklänge der herrschenden Ansichten. Zur Zeit der Holm'schen Publication war die Eiterung aus Parenchymzellen auf der Tagesordnung, während zur Zeit der Koster'schen Publication die emigrirten Blutkörperchen an die Reihe kamen. So leitete Holm den Eiter aus mehrkernigen Leberzellen, Koster aber aus Zellen ab, welche durch die Gefässe wandern. Holm giebt aber zu, dass er die Entstehung des Eiters nicht direkt verfolgen konnte und Koster führt das zwar nicht namentlich an, aber es versteht sich wohl von selbst.

Wenn man übrigens den Untersuchungen von Holm und Koster nachgeht, so ergiebt es sich bald, dass der letztere einen andern Process vor sich hatte, als der erstere. Auf dem Wege, den Holm eingeschlagen hat, bekommt man eine kaum bemerkbare Eiterung, es herrscht da die Faserbildung vor, während Koster von Prozessen spricht, wo die Eiterung überwiegend ist.

Anders steht die Sache mit den positiven Angaben Holms. Diesen wurde mit eben so positive Aussagen entgegengetreten. Josef behauptet geradezu, es sei nicht richtig, dass aus den Leberzellen Fasern werden, die Leberzellen gehen vielmehr zu Grunde und die Fasern der spätern Narbe wachsen aus dem Bindegewebe entfernter liegender Acini her.

Josef hat ganze Reihen von Thieren gleichzeitig verletzt und gefunden, wie von einem entfernter liegenden Acinus von Tag zu Tag eine Säule von jungen Elementen bis zum Stifte vordrang, und wie man eines schönen Tages da schon Bindegewebsfasern gewahrt, wo man Tags zuvor aneinandergereihte Spindelzellen constatiren konnte. Wie das angestellt werden muss, um an einem mikroskopischen Objecte da Bindegewebe zu finden, wo Tags vorher Spindelzellen zu constatiren waren, sagt uns Verfasser nicht. Eine solche Aussage setzt voraus, dass eine bestimmte Leberstelle mikroskopisch untersucht werden kann, ohne sie aus dem Zusammenhang mit dem lebenden Thiere zu reissen. Dieser Voraussetzung ist aber mit den jetzigen Hilfsmitteln bekanntlich nicht nachzukommen. Noch

eine positive Angabe setzt Josef der Holm'schen Arbeit entgegen. Holm behauptet, die Leberzellen ordnen sich rings um eine eingesteckte Nadel schichtweise an und Josef behauptet, die Leberzellen gehen rings um den Stift zu Grunde. Er hat nämlich ein mit Kupferdraht umwickeltes Stäbchen in die Kaninchenleber gesteckt, nach 48 Stunden den Draht herausgezogen, die an dem Draht haftenden Partieen untersucht und gefunden, dass die Leberzellen zerfallen.

Bei Licht betrachtet steht es mit dieser Aussage nicht besser, wie mit jener über die Geschichte des Bindegewebes. Um sich zu überzeugen, dass die Leberzellen rings um den Stift zerfallen, muss aus der bezüglichen Stelle des gehärteten Organs ein Schnitt gemacht werden und auf dem Schnitte muss sich der Detritus ergeben. Das hat aber Josef nicht gethan. Er hat frisches Lebergewebe herausgerissen und zwar ein solches, welches durch den Entzündungsprozess verändert wurde. Welches sind aber da die Charaktere, auf die sich der Schluss »Zerfall« gründet. Etwa dass die Zellen zerrissen waren, oder dass Fettkörnchen gefunden wurden? Wem diese Funde noch massgebend sind, der braucht nur einen solchen Draht durch embryonales Gewebe zu führen und zu untersuchen, was da wohl haften bleibt. Wie man sieht, ist der stricte Beweis des Zerfalles der Leberzellen ebensowenig geführt, als die Genese der Narbe sicher gestellt ist.

Wenn indess den gegen Holm erhobenen Einwürfen die Beweiskraft fehlt, so ist damit für Holm nichts bewiesen und es möchte wohl der Mühe lohnen, seine interessanten Funde nochmals zu prüfen. Ich habe daher diese Arbeit wieder aufgenommen und bin, was die Leberzellen betrifft, zu solchen beweiskräftigen Resultaten gelangt, dass ich diese Arbeit zum Gegenstande vorliegender Mittheilung machen kann. Ich habe in die Kaninchenleber nach den Angaben Holm's eine Nadel eingesteckt, das Thier nach 12 Stunden getödtet, die Leber in CrO_3 geworfen, Durchschnitte gemacht und auf derart verfertigten Präparaten die Umgebung des Stichkanals studirt. Schon nach 12 Stunden findet man rings um die Nadel spindelförmige, schichtweise angelagerte Elemente. Es lag also, wegen der Kürze der Krankheitsdauer nahe, zu schliessen, dass die concentrischen Elemente Leberzellen sind. Der Beweis für diesen Ausspruch lässt sich aber mit unwiderleglicher Schärfe führen. Es musste mir auffallen, dass die Spindelzellen so rasch,

schon nach 12 Stunden entstanden und ich konnte mich daher dem Gedanken nicht verschliessen, dass das nächste Motiv der Streckung ein mechanisches sei, dass die weichen Leberzellen durch die eingestossene Nadel zu Spindeln gestreckt werden. Ein einfacher Versuch musste diese Vermuthung klar legen. Ich eröffnete die Bauchhöhle eines lebenden Thieres, schnitt demselben ein Stück Leber aus, stiess in das ausgeschnittene Stück eine Nadel ein und warf es in CrO_3. Aus diesem erhärteten Stücke bereitete ich Durchschnitte und siehe da, rings um den Stichkanal sahen wir die Elemente, die Leberzellen nämlich, spindelförmig und schichtweise gelagert. Diesem Versuche gegenüber werden wohl alle andern gegnerischen Angaben weichen müssen. In der ausgeschnittenen Leber können es nicht farblose Blutkörperchen sein. welche mit aller Schnelligkeit an die Nadel heranwanderten, um so an die Stelle der zu rasch zerfallenen Leberzellen einen concentrischen Ring zu bilden. Wenn man also ringsum Stichkanäle, welche an der ausgeschnittenen Leber gemacht werden, ferner ringsum Stichkanäle aus Lebern, die 12 Stunden nach der Verletzung in Verbindung mit dem Thiere gelassen wurden, wenn man dann am 3. und 4. und 6. Tage immer wieder die concentrische Schichtung rings um die Kanäle antrifft, so wird wohl nicht weiter bezweifelt werden können, dass wir es im ersten und zweiten und letzten Falle mit Leberzellen zu thun haben.

Holm behauptete, aus diesen spindelförmigen Zellen gehen Fasern hervor, und ich muss auf Grundlage dieser Reihe von Beobachtungen seine Behauptung unterstützen und nur das besonders interessante Verhältniss hervorheben, dass die erste Anregung, welche auf die Leberzellen wirkt, eine mechanische Zerrung ist, dass diese ursprünglich zu Spindelzellen gedehnt werden und aus solchen in Fasern übergehen. Nunmehr erklärt sich auch die merkwürdige Angabe von Holm, dass nur da, wo die Nadel an Leberzellen vorbeiging, dieselben stark verändert werden, dass aber das Bindegewebe durch den Reiz nicht so sehr afficirt wird. Das derbere Bindegewebe wurde eben durch die eingestochene Nadel nicht in derselben Weise mechanisch verändert, wie die weichen Leberzellen und somit ist auch der Unterschied in den Erscheinungen erklärt [1].

1) Die Bemerkung Josef's, dass er nicht wisse, wie Holm es angefangen habe, nur Leberzellen und nicht auch Bindegewebe zu verletzen, stützt

Bei der Verletzung der Leber durch eine Nadel ist die Eiterung, wie schon erwähnt wurde, eine sehr geringe, es sind nur spärliche Formelemente zwischen den Leberzellen, die wohl als Eiterkörperchen angesprochen werden können. Anders steht aber die Sache, wenn man die Leber durch NH_3 reizt, wenn man z. B. auf Schnittflächen der blosgelegten Leber verdünnte NH_3lösungen bringt. Hier kommt es zu einer starken Eiterung, und zwar findet man dann auf Durchschnitten massenhafte wie Eiterkörper aussehende Zellen rings um die Gefässe gelagert und zwar nicht nur in der Umgebung der Läppchen sondern auch im Centrum des Läppchens selbst. Hier also haben wir es mit der von Koster beschriebenen Eiterung zu thun. Bei der eben erwähnten Art des Eingriffs kommt es nicht zur Bildung von Spindelzellen, mit Ausnahme jener Stellen, wo grosse Blutextravasate stattfinden und es ist dadurch neuerdings der Beweis geliefert, welche Bewandniss es mit den spindelförmigen Leberzellen hat.

Was nun die Entstehung dieser rings um die Gefässe gehäuften Elemente betrifft, so liegt nur ein Anhaltspunkt vor, auf den sich die Aussage stützen kann und der ist die eben genannte Anordnung rings um die Gefässe. Diese Anordnung legt die Vermuthung nahe, dass die Körperchen aus den Gefässen kommen. Der Zinnoberversuch ist hier durchaus werthlos. In der Leber sammelt sich ein Theil des in das Blut gespritzten Zinnobers wegen des verlangsamten Kreislaufes. An Stellen nun, wo eine Verletzung stattgefunden hat, folgt Hyperämie und Exsudation von Flüssigkeit und mit dieser wird Zinnober zwischen die Leberzellen und auch in dieselben getragen.

Reitz hatte schon mit Hülfe des so wichtig gewordenen Mittels der Zinnoberinjection den alten Satz »ubi stimulus, ibi affluxus« neuerdings ad oculos demonstrirt. Ich kann nach Versuchen an der Leber seine Angaben nur unterstützen. Denn an entzündeten Lebern findet man Zinnober zwischen den Leberzellen, in denselben, ja selbst in Kernen derselben. Was soll es da beweisen, wenn neben den Leberzellen auch amöboide Zellen gefunden werden, welche Zinnober führen. Ich muss also der topographischen Anordnung

sich wahrscheinlich auf einen Irrthum im Lesen, denn Holm hat so etwas gar nicht behauptet, er führt nur an, dass er sich bei seinen Untersuchungen resp. Schnitten hauptsächlich an das Innere der Läppchen gehalten habe.

dieser amöboiden Zellen mehr Gewicht beilegen, als dem Zinnobergehalte.

Bei der eben besprochenen Versuchsreihe leitete mich auch die Erinnerung an Bilder, welche ich aus krankhaft veränderten Menschenlebern gewonnen hatte und die theilweise auffällig für die von Holm vertheidigte Faserbildung aus Zellen sprachen.

Ich gebe in Fig. I die Abbildung eines darauf bezüglichen Präparates aus der Umgebung eines faustgrossen Abscesses des rechten Leberlappens vom Menschen. Die Wand des Abscesses war aus feingestricktem zarten Bindegewebe gebaut. Zwischen dem umgebenden Gewebe fanden sich zahlreiche kleine Zellen, über deren Abstammung ich Nichts aussagen kann. Dann fanden sich Gruppen kleiner Zellen, wo die äusseren Grenzen der Gruppen an die Configuration von Leberzellen erinnerten, dann der Lage nach den Leberzellenbalken entsprechende kleine Zellen mit Gallenpigment versehen und endlich sah man spindelförmige Elemente (Fig. I) angrenzend an wenig veränderte Leberzellenbalken. Der Beweis des Ueberganges der letztgenannten Elemente in die ersteren ist aus solchen Bildern auch nicht geführt; aber sie sind in Rücksicht auf den oben geführten Beweis immerhin sehr beachtenswerth.

Ich gebe ferner in Fig. II die Abbildung eines Präparats aus einer Menschenleber, die nach der makroskopischen Erscheinung als cirrhotisch bezeichnet werden musste. Hier sieht man eine Leberzellengruppe oder mehrere derselben von einem kernreichen faserigen Gewebe umschlossen. Die Wucherung dieses Gewebes beginnt an den Pfortaderästen und schreitet längs der Verzweigungen derselben fort. Injectionspräparate lassen wenigstens eine solche Ausbreitung des Processes deutlich verfolgen. In diesem Falle kommt also die Hauptmasse des neugebildeten Fasergewebes wahrscheinlich nicht aus Leberzellen, doch lässt sich nicht verkennen, dass auch hier Leberzellen mit spitzen Ausläufern vorkommen.

Ich erwähne endlich noch jene derben fahlgelben Knoten in den Lebern syphilitischer Individuen, weil hier die verschiedenartige Genese verschiedener Schichten der Knoten auf Durchschnitten überaus nahe gelegt wird. Die äusserste Schichte besteht aus evidenten Leberzellen, die theilweise gestreckt sind. Die zweite Schichte besteht aus einem von vielen kleinen Zellen durchsetzten Fasergewebe und im Centrum endlich liegen fettkörnchenhaltige Eiterzellen. Wenn man nun die Grenze zwischen gesundem und krankem Gewebe durch-

mustert, so findet man, dass grössere wie kleinere Gefässe von kleinen rundlichen Zellen umgeben sind, ferner auffällig viele Kerne in den Gefässwänden selbst. Es ist also aus diesem Befunde nahe gelegt die Gewebe, welche den Knoten zusammensetzen aus den Leberzellen sowohl wie aus Formelementen abzuleiten, welche entweder aus dem Blute stammen oder doch zu den Gefässwänden in Beziehung stehen.

Axencylinderfortsatz der Nervenzellen aus der Grosshirnrinde.

Vorläufige Mittheilung

von

Dr. **Al. Koschennikoff**
aus Moscau.

Hierzu Fig. A. Taf. XXI.

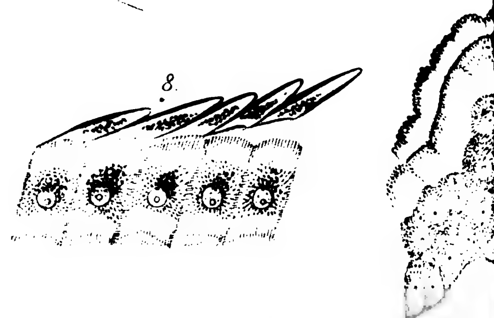
Vor Kurzem hatte ich Gelegenheit, das Gehirn eines 27 Jahr alten Mannes zu untersuchen, welcher nach einer starken Kopfverletzung durch einen herabfallenden Stein an eitriger Meningitis, Gehirnabscess und nachfolgender Pyämie zu Grunde gegangen war. In dem rechten Stirnlappen fand sich diffuse Eiterung, welche nicht allzu tief in die Gehirnsubstanz eindrang. In der Umgebung der Eiterung war die graue Substanz der Gehirnrinde stark erweicht; kleine Stücke derselben liessen sich nach 24stündiger Maceration in sehr verdünnter Lösung von doppeltchromsaurem Kali sehr leicht zerzupfen. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich die Nervenzellen ziemlich gut erhalten, nur ihr Protoplasma war stark körnig und ausser den gewöhnlichen Pigmentkörnern liessen sich noch viele andere Körner, dem Aussehen nach wahrscheinlich Fettmolecüle darin sehen. Die Hauptsache aber war, dass Nervenzellen mit sehr langen Fortsätzen isolirt werden konnten, wahrscheinlich in Folge der krankhaften Erweichungen der Neuroglia. Diese Beschaffenheit gab mir die Hoffnung, vielleicht einen Axencylinderfortsatz an diesen Zellen zu finden, was, so viel ich weiss, bis jetzt noch Niemandem gelingen wollte. Bekanntlich hat Dr. Rud. Arndt die Vermuthung ausgesprochen, dass der Spitzenfortsatz der pyramidenähnlichen Nervenzellen Axencylinderfortsatz sei; das ist aber, meiner Meinung nach, nicht wahrscheinlich; denn ich habe schon

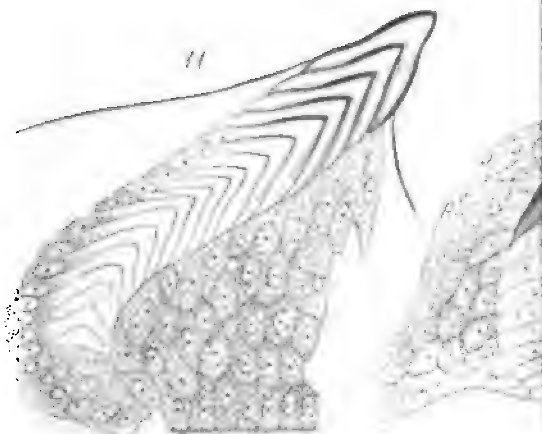
früher häufig beobachtet, dass dieser Fortsatz sich verästelt, was bei einem Axencylinderfortsatz sonst nicht der Fall ist.

Er musste also, wenn überhaupt ein solcher existirt, von dem Basaltheile der Zelle ausgehen. Ich war zu dieser Annahme durch meine früheren Untersuchungen berechtigt, und es schien mir wahrscheinlich, dass der mittlere Fortsatz es sei, wie dies auch Meynert vorausgesetzt hat. Nach langem Suchen zwischen obenerwähnten Nervenzellen ist es mir endlich gelungen, eine Nervenzelle zu finden, deren einer Fortsatz zweifellos in eine doppeltcontourirte Nervenfaser überging. Es war eine der grössten pyramidenähnlichen Zellen, welche in diesem Theile des Gehirns bekanntlich in den tieferen Schichten der Rinde liegen; ihr Körper mass 0,075 Mm. Länge und 0,022 Mm. Basalbreite. Ihr peripherischer Theil ging allmählig sich verjüngend in den Spitzenfortsatz über, der in diesem Falle 0.187 Mm. lang und ebenso körnig wie der Zellenkörper war; auf der Grenze zwischen ihm und dem Zellenkörper theilte sich ein kleiner Ast ab; weiter oben konnte man noch zwei ähnliche kleine Aestchen bemerken. Von der Basis der Zelle kamen fünf Fortsätze gegen das Centrum des Gehirns gerichtet; vier von ihnen hatten körniges Aussehen und theilten sich ziemlich bald in feine Aestchen. Der fünfte aber, welcher von der Mitte der Basis ausging und 0,151 Mm. lang war, verästelte sich nicht; am Anfang war er auch etwas körnig, dann aber hatte er ein mehr homogenes Aussehen und in einiger Distanz (0,099 Mm.) von dem Zellenkörper bedeckte er sich mit einem Myelinlager. An dieser Stelle, welche 0,030 Mm. lang war, sah er wie eine gewöhnliche markhaltige Nervenfaser aus (doppelte Contouren, charakteristischer Glanz und bei gewisser Stellung des Tubus dunkle Ränder); vor dieser Stelle war der Fortsatz etwas varicös; in seinem weiteren Verlaufe wieder ohne Myelin und hatte das Aussehen von einem nackten Axencylinder.

Daraus kann man schliessen, vorausgesetzt, dass das keine Anomalie war, 1) dass wenigstens einige Nervenzellen der Grosshirnrinde nach dem Typus der Rückenmarkszellen gebaut sind, d. h. auch einen Fortsatz haben, welcher von mehr homogenem Aussehen sich nicht verästelt und in eine doppeltcontourirte Nervenfaser übergeht; 2) dass dieser Fortsatz von der Basis der Zelle ausgeht, also nach dem Centrum des Gehirns gerichtet ist, wie das auch bei den Zellen des kleinen Hirns der Fall ist.







F. E. Schulze del.

Ueber die Nervenendigung in der Netzhaut des Auges bei Menschen und bei Thieren.

Von

Max Schultze.

Hierzu Tafel XXII.

Sehen ist Umwandlung derjenigen Bewegung, auf welcher das Licht beruht, in eine andere Bewegung, welche wir Nervenleitung nennen. Um die Umsetzung der einen Bewegung in die andere zu vermitteln, sind besondere Vorrichtungen nöthig, und diese haben wir an denjenigen Stellen des Auges zu suchen, wo die Sehnervenfasern endigen. Hier müssen die Schwingungen des Lichtäthers mit den Nervenfasern in eine solche Berührung kommen und eine solche Form annehmen, dass ihre Absorption eine Bewegung im Nerven einleitet, mit anderen Worten dass sie die Nervenfasern reizen, und zwar je nach ihrer Länge (Farbe) verschieden, wie sich dies in der Farbenperception ausdrückt. Die Endigung findet statt bei den Wirbelthieren und dem Menschen in einer Schicht der Netzhaut, welche die Stäbchen und Zapfen enthält, diese letzteren stehen selbst mit den Nervenfasern in Verbindung und von einem Theile jedes derselben, dem sogenannten Aussengliede, haben wir Ursache anzunehmen, dass es den gesuchten Apparat darstelle, vermittelst dessen die Umwandlung von Lichtbewegung in Nervenbewegung geschieht. Dieser Theil stellt einen cylindrischen oder conischen Stab dar, gebildet aus einer durchsichtigen Substanz von sehr starkem Lichtbrechungsvermögen, welche Substanz aber nicht homogen ist, sondern aus abwechselnden Scheibchen zweier verschiedener Substanzen zusammengesetzt ist, welche sich unter An-

derem durch ihr Quellungsvermögen von einander unterscheiden.[1]) Stark lichtbrechende Scheibchen von weniger als $1/2$ Mikromillimeter (0,0005 mm.) Durchmesser, in ihrer Zahl nach der Länge der Stäbchen schwankend, sind durch mindestens ebenso dünne Schichten einer Kittsubstanz zusammengehalten. Unter Anwendung passender Flüssigkeiten gelingt eine Ablösung der Plättchen, also eine sehr vollständige Auflockerung oder Auflösung der Kittsubstanz ohne Veränderung des Flächendurchmessers der Scheibchen, vielleicht auch ohne Quellung in die Dicke. Jedenfalls berechtigt der unzweifelhaft vorhandene bedeutende Unterschied in dem Quellungsvermögen zu der Annahme eines Unterschiedes auch im Brechungsindex beider Substanzen, der Plättchen- und der Kittsubstanz.[2])

1) Vergl. meinen Aufsatz: „Ueber Stäbchen und Zapfen der Retina" in diesem Archiv Bd. III. 1867. S. 215.

2) Dass viele Aussenglieder der Stäbchen im ganz frischen Zustande in humor aqueus oder Glaskörperflüssigkeit untersucht die Querstreifung nicht erkennen lassen, welche andere, bei denen eben die ersten Grade der Quellung eingetreten zu sein scheinen, so deutlich zeigen, hat zu der Annahme Veranlassung gegeben, dass die Differenzirung in Plättchen eine Leichenerscheinung sei und im Leben gar nicht existire. Wer mit starken Vergrösserungen die Veränderungen beobachtet, welche ganz frische Stäbchen, zumal die grossen der Amphibien, in Glaskörperflüssigkeit allmählig eingehen, und wie verschiedene Reagenzien auf dieselben einwirken, wird zwar für die Regelmässigkeit des Auftretens der lamellösen Structur und die Ablösung von Plättchen eine andere plausible Erklärung meines Erachtens nicht zu geben vermögen als die, dass die Differenzirung im Leben vorhanden sein müsse, wenn sie auch erst durch Quellungen sichtbar werde. Denn welche Analogie wäre anzuführen für das Auftreten der haarscharfen feinen Querstreifung, deren Regelmässigkeit an die unserer Diatomeen-Probeobjecte erinnert und für die Ablösung von Scheibchen durch Gerinnungsprocesse oder wie man solche im Leben nicht vorhandene erst im Tode auftretende Gewebsveränderungen sonst nennen wollte. Aber immerhin bleibt die Frage zu beantworten, wie kommt es, dass ein grosser Theil der ganz frisch untersuchten Stäbchen in derselben Zusatzflüssigkeit, in welcher der lamellöse Bau nach kurzer Zeit deutlich hervortritt, anfangs keine Andeutung desselben zeigt. Nach meiner Ueberzeugung ist der Grund davon allein darin zu finden, dass die Plättchen im frischen Stäbchen so dünn sind, dass unsere Mikroskope zur Erkennung ihrer Grenzlinien nicht ausreichen, dass dies vielmehr erst möglich ist, wenn durch Quellung entweder die Zwischensubstanz oder das Plättchen selbst einen grösseren Dickendurchmesser angenommen hat. Diese Ansicht wird sich Jedem aufdrängen, der frische Stäbchen (etwa vom Frosch) bei den stärksten Vergrösserungen abwechselnd bei centrischer und bei schiefer Beleuchtung

Existirt ein solcher, so stellt das Aussenglied für die mehr oder weniger genau in der Richtung seiner Längsaxe einfallenden Lichtstrahlen einen stark reflectirend wirkenden Apparat dar entsprechend einem Satz Glasplatten, welche durch dünne Luftschichten von einander getrennt sind. Wir haben Ursache anzunehmen, dass allein auf dieser Reflexion das Leuchten der Augen beruht in allen den Fällen, wo wie beim Menschen ein Tapetum, eine reflectirend wirkende Chorioidschicht nicht existirt. Ein grosser Theil des einfallenden Lichtes gelangt aber im Auge zur Absorption. Eine solche findet statt in allen durchsichtigen Augenmedien, aber in keinem derselben voraussichtlich so stark wie in den aus zahlreichen dünnen Plättchen geschichteten Aussengliedern der Stäbchen und Zapfen, in denen das Licht an den spiegelnden Flächen tausendfach hin und her geworfen wird. Kann Empfindung von Licht nur auf vorgängige Absorption folgen, wie nach dem Gesetz der Erhaltung der Kraft angenommen werden muss, so ist die Plättchenstructur der Aussenglieder, welche die Absorption begünstigt, unzweifelhaft von grosser Bedeutung für den vorausgesetzten Zweck dieses Theiles des Sehapparates.

Noch nach einer andern Richtung hin aber scheint die Plättchenstructur von Bedeutung für den Vorgang der Lichtempfindung. Die Abstände der spiegelnden Flächen in den Aussengliedern von einander sind nach den vorhandenen Messungen jedenfalls nicht grösser als die Länge der Lichtwellen in den verschiedenen sicht-

betrachtet, und wie bei den schwierigsten Diatomeen-Probeobjecten (etwa Nitschia oder Frustulia saxonica) mit Hülfe eines drehbaren Objecttisches eine zur Erkennung von Querlinien möglichst günstige Einfallsrichtung des Lichtes aufsucht. Bei solcher Behandlung beobachtet man an vielen Stäbchen bei schiefer Beleuchtung eine feine Querstreifung, haarscharf und in durchaus gleichen Abständen gezogen, die etwa 0,3 Mik. betragen, also die Grenze der überhaupt erkennbaren Linien-Abstände erreichen. Nach und nach wird die Streifung auch für centrisches Licht wahrnehmbar weil gröber. endlich mit deutlich erkennbarer nicht unansehnlicher Verlängerung des Stäbchens tritt Zerklüftung in der Richtung der Querlinien und Abspaltung ein. Diese Erscheinungen erklären sich vollständig aus der Annahme, dass die Dicke der Plättchen wie der Kittsubstanz im Leben weniger als 0,3 Mik. betrage und demnach die Grenzen derselben für unsere Mikroskope nicht wahrnehmbar seien. Mit den ersten Spuren von Quellung nimmt der Durchmesser einer der beiden Substanzen zu, die Streifung wird uns sichtbar zuerst für schiefes Licht, dann auch für centrisch einfallendes.

baren Theilen des Spectrums. Bei verschiedenen Thieren, verschiedenen Methoden, und beeinflusst durch begonnene Quellung fallen die Maasse etwas verschieden, jedenfalls eher zu gross als zu klein aus, die Schwankungen in den bisherigen Angaben halten sich zwischen 0,3—0,8 Mikromillimeter, d. i. ungefähr die Länge der Lichtwellen vom violetten bis zum rothen Theil des Spectrums. Dieser Umstand hat Dr. W. Zenker in Berlin veranlasst, einer Vorstellung Raum zu geben über die Art der Umwandlung der Lichtwellen innerhalb der Stäbchenaussenglieder, welche in bestimmterer Weise den Weg bezeichnet, wie jene das Licht behufs Umwandlung in Nervenleitung verarbeiten, als in dem ziemlich vagen Begriff der Absorption ausgedrückt liegt, und welche vornehmlich für die Farbenperception die Grundlage einer mechanischen Theorie bietet.[1] W. Zenker geht von dem Gedanken aus, dass bei jeder Reflexion von Licht, wie bei jeder Reflexion transversaler Schwingungen überhaupt, stehende Wellen entstehen müssen. Für das Licht wird dabei natürlich vorausgesetzt, dass (wie Fizeau wahrscheinlich gemacht hat) eine gewisse hintereinander folgende Zahl von Schwingungen in derselben Ebene stattfinde, mit andern Worten, dass das gewöhnliche Licht zusammengesetzt sei aus in den verschiedensten Ebenen schwingendem polarisirten, so etwa das hintereinander 50,000 Schwingungen in der einen, andere 50,000 in einer benachbarten. und wieder 50,000 in einer dritten Ebene u. s. f. schwingen. Das Licht, welches in die geschichteten Aussenglieder eintritt, so schliesst Zenker, wird in demjenigen Theile, d. h. derjenigen Farbe, deren Wellenlänge in einer bestimmten Beziehung zu dem Abstande der spiegelnden Flächen steht, in stehende Wellen verwandelt und da dieser Wellenform eine grössere mechanische Kraft mit Rücksicht auf locale Reizung, tetanisirende Wirkung, zugeschrieben werden darf, als den laufenden Wellen, so soll dieser in stehende Wellen verwandelte Theil allein oder vorzugsweise zur Wirkung auf die Nervensubstanz kommen. Zur Umwandlung der laufenden in stehende Wellen gehört ein Abstand der spiegelnden Flächen von $^1/_2$ oder einem Vielfachen von $^1/_2$ der Länge der laufenden Wellen. welche Abstände wir dem Obigen zufolge in den Aussengliedern annehmen dürfen. Dieselben liegen meist unter 0,5 Mik.

---

1) Versuch ein. Theorie der Farbenperception. Archiv f. mikr. Anatomie Bd. III. p. 249.

Jedenfalls spielt auch hier wieder die Absorption eine grosse Rolle. Sei es nun, dass diese allein, oder dass die Bildung stehender Wellen die Hauptsache in der Function der Aussenglieder sei, jedenfalls liess sich erwarten, dass wenn die geschichteten Stäbe wirklich der gesuchte Hülfsapparat sind zur Umwandlung von Lichtbewegung in Nervenbewegung, dieselben nicht nur den Wirbelthieren zukommen, sondern die Enden aller Sehnerven in der gesammten Thierreihe auszeichnen würden. In meinen »Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten, Bonn 1868« habe ich den Nachweis geliefert, dass solche geschichtete Stäbe einen sehr wesentlichen Theil des Sehapparates auch der Gliederthiere ausmachen. Meine an der Küste des Mittelmeeres fortgesetzten Untersuchungen haben ein ganz allgemeines Vorkommen derselben bei allen darauf untersuchten Gliederthieren des Meeres, bei Decapoden und Stomatopoden, bei denen auch Steinlin diese Stäbe beschreibt, bei Amphipoden und Isopoden ergeben. Bei den Mollusken, deren vollkommenste Augen, die der Cephalopoden, wir zumal durch Hensen's Untersuchungen genau kennen, waren noch keine geschichteten Stäbe bekannt. Ich habe dieselben bei Cephalopoden und Heteropoden in ausserordentlicher Vollkommenheit entwickelt angetroffen [1]).

Die genannten Mollusken erlaubten auch eine sehr befriedigende und bei andern Thieren bisher nicht gewonnene Einsicht in das Verhältniss der Nerven-Endfäserchen zu den geschichteten Stäben, ein Fortschritt, der durch die Untersuchungen Hensen's angebahnt, doch erst jetzt mit der Auffindung der Plättchenstructur seine volle Bedeutung entfalten kann.

Die Stäbchenschicht der Cephalopoden und Heteropoden setzt sich aus dreierlei verschiedenen Elementen zusammen, erstens aus den lamellös geschichteten Stäben, nach Bau und Lichtbrechung entsprechend den Aussengliedern der Wirbelthierstäbchen, zweitens aus feinsten Nervenfibrillen, welche von jenen lamellösen Stäben mehr oder weniger vollständig umgeben werden oder ihnen dicht anliegen, und drittens aus körnigem Pigment von dunkel braunschwarzer Farbe, in seiner Menge sehr variirend. Die Art des Nebeneinanderseins dieser dreierlei Elemente und ihre Verbindung

1) „Die Stäbchen in der Retina der Cephalopoden und Heteropoden.“ Dieses Archiv Bd. V p. 1.

mit einander ist bei den genannten Thieren manchen Verschiedenheiten unterworfen. Dennoch lässt sich nicht verkennen, dass etwas Gesetzliches, allgemein Wiederkehrendes in dem Verhältniss derselben zu einander existirt und dies ist: die lamellös geschichtete Substanz steht nicht in Continuität mit den Nervenfibrillen, diese verlaufen entweder in einem rings geschlossenen Canal der ersteren oder liegen der Oberfläche derselben an. Die lamellöse Stäbchensubstanz bildet entweder solide Pallisaden, dann betten sich die Nervenfasern in hohlkehlenartigen Furchen der Oberfläche derselben, oder sie stellt einen im Querschnitt viertelmondförmigen Stab dar, dann liegen die Nervenfasern in der Concavität wieder der Oberfläche an, oder die lamellöse Substanz wird zu einem hohlen Stabe, der viertelmondförmige Querschnitt vervollständigt sich zu einem Ringe, dann liegen Nervenfasern im Innern des Stabes. Auch können viele Stäbe mit hohlkehlenartigen Furchen an der Oberfläche, mit den Leisten zwischen den Hohlkehlen aneinanderstossend, zusammenwachsen, dann liegen die Nervenfasern wieder in geschlossenen Röhren der lamellösen Substanz, welche letztere dann nicht mehr in einzelne Stäbe trennbar ist. Wo körniges dunkles Pigment in der Stäbchenschicht enthalten ist, liegt dasselbe ebenfalls in den Canälen und Furchen der lamellösen Pallisaden oder Halbrinnen, und hüllt streckenweis die Nervenfibrillen ein, oder begleitet sie. Bei manchen Arten sind die letztere bergenden Canäle gegen den Glaskörper mit Pigment vollständig verstopft, so dass das Licht die Nervenendfasern nicht direct, sondern nur auf dem Wege der lamellösen Substanz treffen kann.

Was sich aus dieser Anordnung für die physiologische Bedeutung der Bestandtheile ergiebt, ist einfach. Die lamellöse Substanz in Form von Stäben, Halbrinnen etc. ist dem Lichte stets zugänglich, nie von Pigment bedeckt oder durchsetzt, wird also durchstrahlt. Die lamellöse Structur bedingt höchst complicirte, für den Sehakt wahrscheinlich fundamental wichtige Reflexionen, und vermittelt eine bedeutende Absorption. Die Nervenprimitivfibrillen, die Endfasern des Sehnerven, liegen der innern oder äussern Oberfläche der geschichteten Stäbe an, enden vielleicht schliesslich in ihrer Substanz, sind jedenfalls der Einwirkung der durch die lamellöse Substanz veränderten Lichtwirkung ausgesetzt. Dunkle

Pigment endlich begleitet an vielen Stellen diese Nervenfasern, was für die Isolirung derselben und die Absorption überflüssigen Lichtes von Wichtigkeit sein muss. Der Umstand endlich, dass bei vielen Cephalopoden die die Nervenfasern umschliessenden Canäle gegen den Glaskörper von dunklem Pigment vollkommen ausgefüllt sind, so dass kein Lichtstrahl diese Fasern direct treffen kann, das Licht vielmehr nur auf dem Wege der lamellösen Substanz auf die Nervenfasern einwirken kann, weist uns mit unwiderleglicher Sicherheit darauf hin, dass wir auf dem richtigen Wege sind, wenn wir jeder Betrachtung über die Einwirkung des Lichtes auf die Nervenfasern die Frage nach der Veränderung des Lichtes in der lamellösen Substanz zu Grunde legen.

Von dieser Klarheit der anatomischen und physiologischen Verhältnisse sticht in betrübender Weise ab, was wir von der Beziehung der Nervenfasern zu den geschichteten Stäben der Wirbelthiere und des Menschen wissen. Die Beziehung der Nervenendfäserchen der Netzhaut zu den lamellösen Stäben wird von verschiedenen Forschern auf verschiedene Weise aufgefasst, eine Uebereinstimmung hat sich nicht erzielen lassen, aus dem Stande der Sache lässt sich vielmehr mit einiger Sicherheit entnehmen, dass die wahren Endverhältnisse der Sehnervenfasern gradezu noch unbekannt sind. Aber wie die Auffindung der geschichteten Stäbe bei den Wirbellosen von den Befunden bei den Wirbelthieren aus erfolgt war, so liess sich hoffen, dass die bei den Mollusken entdeckte Beziehung der Nervenfasern zu der lamellösen Substanz wieder die Grundlage zu neuen Entdeckuugen bei den Wirbelthieren abgeben werde. Denn besteht bei den Cephalopoden und Heteropoden, wie nunmehr nachgewiesen ist, ein solches Verhältniss, dass die Nervenendfasern im Innern oder auf der Oberfläche der geschichteten Stäbe verlaufen, als isolirbare Fibrillen, denen zugleich das Pigment der Stäbchenschicht folgt, so ist wieder zu erwarten, dass dies Verhältniss im Wesentlichen auch bei den übrigen Thieren in gleicher Weise obwalten werde. Hiermit ist der Gesichtspunkt bezeichnet, von welchem aus ich eine neue Untersuchung der Stäbchen und Zapfen der Wirbelthier-Retina unternahm.

Natürlich war hier in erster Linie die streitige Angelegenheit mit dem sogenannten Ritter'schen Faden in's Reine zu bringen.

Es ist von mehreren Forschern, zuerst bestimmter von Ritter an Wirbelthierstäbchen je eine Centralfaser beschrieben und als

das eigentliche Nervenende bezeichnet worden. [1]) Krause konnte diese Centralfaser nur im Innengliede erkennen und liess dieselbe an einem das Ende des letzteren einnehmenden Körper, seinem Optikus-Ellipsoid endigen. Mit dem von mir geführten Nachweis der lamellösen Struktur der Aussenglieder, durch welche die letztern ihrer Function nach wesentlich als Reflexionsorgane bezeichnet sind, musste die Ansicht, dsss das Nervenende im Innengliede lagere, auf den ersten Blick sehr annehmbar erscheinen. Betrachtungen aber, wie sie W. Zenker anstellte, denen zufolge die Dicke der Lamellen der Aussenglieder oder der Abstand der spiegelnden Flächen von einander mit einer eigenthümlichen, die Perception ermöglichenden Verarbeitung der Lichtwellen zusammenhänge, mussten es wieder wahrscheinlicher machen, dass die Nervensubstanz bis in die Aussenglieder hineinreiche. Da ich mich von der Existenz der sogenannten Ritter'schen Fasern in den Aussengliedern nicht zu überzeugen vermochte, dagegen eine Continuität der Substanz von Innen- und Aussengliedern wenigstens an der Oberfläche beider bestimmt erkannte, hielt ich es für das Wahrscheinlichste, dass die Grundmasse der ganzen Aussenglieder nervös sei, in welche die stärker lichtbrechenden Plättchen, wie etwa die Disdiaclasten-Scheiben der quergestreiften Muskelfaser eingelagert seien. [2]) Dagegen hält Hensen an der Existenz der centralen Faser der Aussenglieder fest. [3])

Hensen's Angaben lauten sehr bestimmt, und es liegt auf der Hand, dass falls die anatomische Untersuchung mit ihnen abschliesst, durch sie die gesuchte Analogie zwischen Mollusken- und Wirbelthier-Netzhaut in der Hauptsache hergestellt ist. Nur in einem Punkte fehlt die Uebereinstimmung, sind bei den Wirbelthieren Stäbchencanäle mit Nervenfibrillen vorhanden, wie Hensen annimmt, so enthalten dieselben doch niemals Pigment, wie dies bei den Cephalopoden der Fall ist. Allerdings sind bei letzteren grosse Schwankungen in dem Pigmentgehalte dieser Canäle zu beobachten, aber bei Wirbelthieren kommt bei keiner der bisher untersuchten

---

1) Die Geschichte dieser Fasern entwickelt ausführlich Hensen in Virchow's Archiv Bd. 39, p. 484.

2) Archiv f. mikr. Anatomie Bd. III, p. 222, 242.

3) Virchow's Archiv etc. Bd. XXXIX. p. 486. Vergl. auch dieses Archiv Bd. IV. p. 347.

Arten, weder bei den niedersten Fischen und Amphibien, noch bei den höchstentwickelten Säugethieren auch nur die geringste Spur von Pigment im Innern der Stäbchen vor.

Die Untersuchung der Stäbchen im frischen Zustande gewährt, wie alle bezüglichen Beobachter zugeben, keinen vollkommen genügenden Aufschluss. Auch die neuesten ausgezeichneten stärksten Linsensysteme von Hartnack und Gundlach haben mich nicht weiter gebracht, als dass sich in mir die Ueberzeugung befestigte, dass die mir zu Gebote stehenden Mittel zum Nachweise der Axenfasern nicht ausreichen. Der Gegenstand ist der Art, dass Meinungsverschiedenheiten über die Deutung der nur bei ungewöhnlich starken Vergrösserungen zu erhaltenden Bilder sehr erklärlich sind. Offenbar reichen die bisherigen Methoden nicht aus, und es bleibt nichts übrig, als sich nach neuen umzusehen.

In der Untersuchung der Cephalopodenstäbchen hatte sich mir die Anfertigung von Querschnitten sehr nützlich erwiesen. Es lag auf der Hand, dass diese Methode zunächst auf die dicken Stäbchen der Amphibien angewandt auch über die fraglichen Axencanäle Aufschluss geben konnte. Mit Hülfe der stärkeren, 1—2 procentigen Lösungen der Ueberosmiumsäure gelingt es, die Aussenglieder der Froschstäbchen in unveränderter Gestalt zu erhärten und zugleich schwarz zu färben. Querschnitte durch solche Stäbchen mussten den Axencanal als hellen Fleck umgeben von dunklem Rande zeigen, wie solche Bilder bei Cephalopodenstäbchen von mir gezeichnet sind. Die Anfertigung der Querschnitte gelang mir mit Hülfe der Einbettung in Paraffin und der Anwendung des mir von Prof. His empfohlenen von ihm bei seinen embryologischen Arbeiten benutzten Schneideapparates. [1]) Ich habe auf solche Weise die Stäbchen des Frosches in Scheiben zerlegt, welche die Untersuchung mit einer 1500—2000 mal. Vergrösserung zuliessen. Auch in den dünnsten Schnitten noch schwärzlich gefärbt durch die vorhergegangene Behandlung mit Ueberosmiumsäure hätten dieselben einen Axencanal oder deren mehrere, wenn solche vorhanden wären, deutlich zeigen müssen. Statt dessen boten alle das Bild vollkommen homogener, undurchbohrter Scheiben. Aber da die zur Einbettung in Paraffin nothwendige Entwässerung des Präparats und das Einschliessen der

---

1) Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. 1868, p. 181.

Schnitte in Balsam Veränderungen im Volumen und in der Lichtbrechung erzeugt, welche der vollen Beweiskraft der Schnitte Eintrag thun konnten, verliess ich die sehr mühsame Methode gern, als ich bemerkte, dass die Aussenglieder von Stäbchen, welche kurze Zeit in Ueberosmiumsäure ohne Quellung und in ihrer Form ganz unverändert erhärtet sind, beim Zerzupfen des betreffenden Retina-Abschnittes in Wasser theilweise in Scheibchen zerfallen, welche einzeln, wie Blutscheibchen, in der Flüssigkeit schwimmend ein ganz vorzügliches Präparat für die stärksten Vergrösserungen abgeben.

Die grössten derartigen Scheibchen erhielt ich von unseren einheimischen Tritonen. Ich legte die frisch aus dem eben abgeschnittenen Kopf enucleirten Augen ungeöffnet in eine 1procentige Osmiumsäurelösung und begann die Untersuchung nach 12 bis 24 Stunden, indem ich den Bulbus in Wasser abspülte, öffnete und einzelne Stücke der Retina in Wasser fein zerzupfte. Bei dieser Manipulation gewinnt man meist eine grosse Zahl abgesprengter Scheiben (Fig. 1), dickere und dünnere, von denen die dünnsten z. Th. nur von einem einzigen Elementarplättchen, die dickeren aus Gruppen solcher Plättchen gebildet sind. Die Stäbchen der Tritonen haben verhältnissmässig kurze, sehr dicke Aussenglieder (Fig. 2), auf deren Oberfläche sich die parallelen Längsstreifen sehr scharf markiren, welche ich an Fröschen, Tritonen, Salamander und Hecht zuerst beschrieb, und welche Hensen beim Frosch genauer untersucht und vorzüglich schön abgebildet hat.[1]) Es sind Leisten der Oberfläche, welche in der Richtung der Längsaxe oder den Anfang einer langgezogenen Spirale beschreibend von einem Ende des Aussengliedes bis zum anderen verlaufen und bei conischer Gestalt des letzteren, wie sie bei den Tritonen nicht bloss den kleinen Zapfensondern auch den grossen Stäbchen-Aussengliedern zukommt, gegen das Chorioid-Ende convergirend zusammenlaufen. Das Relief ist im frischen Zustande, bevor Quellung, Streckung und Plättchenzerfall eintritt, am besten zu sehen, erhält sich aber in den angeführten Lösungen von Ueberosmiumsäure meist unverändert. In gleicher Weise zeigen die Crenelirung der Oberfläche die abgesprengten Plättchen, und geben verglichen mit den Durchmessern frischer Stäbchen den sicheren Beweis, dass die Dimensionen durch den

1) Virchow's Archiv, Bd. 39, Tafel XII, Fig. 7.

Einfluss der Ueberosmiumsäure nicht verändert sind. Meines Erachtens sind die in Rede stehenden Präparate in ihrer Conservirung untadelhaft, so dass ich sie in keiner Beziehung für angreifbar halte mit Rücksicht auf die Entscheidung der Frage nach der Existenz des gesuchten Axencanals.

Die abgesprengten Plättchen sind meist annähernd kreisförmig begrenzt und zeigen eine ringsum ziemlich gleichmässige Crenelirung, gebildet durch dicht nebeneinander liegende halbkreisförmig begrenzte Vorsprünge, deren Zahl bei den dicksten Aussengliedern von Triton cristatus 24—30 beträgt, bei dünneren auf 16—20 herabsinkt. Die Zwischenräume zwischen den Vorsprüngen sind entweder spitzwinkelig begrenzt oder in der Tiefe etwas abgerundet. Bei dem starken Lichtbrechungsvermögen der Stäbchensubstanz, welche sich auch an den in Wasser schwimmenden abgesprengten Plättchen geltend macht und um so mehr hervortritt, je dicker das Scheibchen, d. h. je länger der abgesprengte Stäbchentheil ist, dem man auf den Querschnitt sieht, erscheint der crenelirte Rand stark glänzend, und durch Heben und Senken des Tubus kann man an dickeren Scheiben leicht helle Lichtpunkte zur Wahrnehmung bringen, welche von den Crenelirungen des Randes erzeugt werden. An den dünnsten Plättchen tritt diese Lichterscheinung mehr zurück. Hensen bildet die Lichtpunkte an den von ihm gezeichneten optischen Quer- und Schrägschnitten (l. c. Fig. 7, A, B) vom Froschstäbchen ab, als wenn sie den Querschnitten von Fasern entsprechen. An den dünnsten abgesprengten Plättchen ist eine Begrenzung von drehrunden Fasern nicht zu erkennen, vielmehr sieht man die Substanz der Vorsprünge unmerklich in die Substanz des Plättchen-Innern übergehen, doch scheint die Rindenschicht das Licht ein wenig stärker zu brechen als das Innere. Dieses letztere nun zeigt sich vollkommen homogen, ohne jede Spur körniger Einlagerung, ohne die geringste Lücke, welche der Ausdruck eines querdurchschnittenen Canales sein könnte. Die je nach der Dicke der Scheiben mehr oder minder intensiv vorhandene bläulich-schwarze Osmiumfärbung ist über die ganze Fläche gleichmässig entwickelt. Dagegen treten in manchen Plättchen Andeutungen einer radiären Zerklüftung auf, welche von den Zwischenräumen zwischen den Leisten der Oberfläche ausgehen und mehr oder weniger tief in das Innere hineinreichen, auch von verschiedenen Seiten her im Centrum oder an einer etwas excen-

trisch gelegenen Stelle zusammentreffen und selbst zu dem Ausfallen von Kreisausschnitten führen können (Fig. 1, b). Diese Neigung zu radiärem Zerfall erklärt nunmehr auch die bei beginnender Quellung frischer Stäbchen manchmal auftretenden von mir früher beschriebenen Längsspalten und Schlitze der Oberfläche. [1])

Die ungemein klaren Bilder der erwähnten Plättchen der Stäbchen von Tritonen gestatten meines Erachtens keinen Zweifel darüber, dass die Stäbchen Axencanäle mit Nervenfasern nicht enthalten. Vollkommen gleiche nur etwas kleinere Scheibchen erhält man von den Froschstäbchen (Fig. 1 A). Die Crenelirung der Oberfläche, die radiäre Zerklüftung, die Homogenität des Innern ist an den dünnsten, kaum noch schwärzlich gefärbten Plättchen am besten zu erkennen. Die Abbildung zeigt wie die von den Tritonenstäbchen, dass manche Abweichungen von der regelmässig cylindrischen Gestalt vorkommen. Der Querschnitt kann eiförmig, halbmondförmig, drei- oder viereckig mit abgerundeten Ecken sein. Häufig kommt in der Kreisscheibe ein einspringender Winkel vor (Fig. 1 x), dessen Begrenzung auch wieder feine Crenelirung zeigt, so dass derselbe nicht mit den radiären Zerklüftungen, die erst durch das Reagenz entstehen und glatte Ränder haben, zu vergleichen ist. Auch die Stäbe der Säugethiere und des Menschen geben nach kurzer Erhärtung in concentrirten Lösungen von Ueberosmiumsäure ähnliche Präparate. Sie zerbrechen theilweise bei der Präparation in kurze Stücke und dünne Plättchen, welche meist mit starker Molecularbewegung in der Flüssigkeit umherschwimmen. Ich habe solche vom Meerschweinchen in Fig. 1 B. abgebildet, wie sie bei 1000—1500maliger Vergrösserungen erscheinen. Ihre meist kreisförmige Begrenzung zeigt sich nicht vollkommen glatt, sondern ein wenig rauh, wie mit Körnchen oder Zäckchen besetzt, was dem crenelirten Rande der Amphibienstäbchen zu entsprechen scheint. ihr Inneres ist, soweit die Kleinheit des Objectes zu erkennen erlaubt, homogen. Die frischen Stäbchen der Säugethiere in situ von den Chorioid-Enden aus betrachtet zeigen einen zuerst von mir, später von Hensen besprochenen dunklen Fleck im Centrum, dessen Deutung mir zweifelhaft blieb, den Hensen für den Ausdruck eines Centralcanales oder einer Centralfaser zu halten geneigt ist. Die abgesprengten Stücke der in Ueberosmiumsäure wohl con-

1) Dieses Archiv, Bd. III. Tafel XIII. Fig. 11, g, p. 246.

servirten Stäbchen zeigen, wenn sie dünne Scheibchen darstellen, Nichts von diesem scharfumschriebenen Fleck der Querfläche. An dickeren Scheibchen habe ich beim Heben und Senken des Tubus hie und da einen verwaschenen hellen oder dunkeln Fleck bemerkt, und beim Umlegen des Stäbchen-Abschnittes auf die Seite eine Wölbung der Querfläche gesehen, welche die Ursache des bald hell bald dunkel aussehenden Fleckes abgeben musste. An der Querfläche mancher dickeren Scheiben sah ich auch einen dem Bilde im frischen Zustande, wo man durch die ganze Länge des Stäbchens hindurchsieht, gleichenden dunkeln Fleck. Wodurch derselbe erzeugt wird, muss ich unentschieden lassen. Das Bild ist so klein, dass mir eine befriedigende Erklärung vor der Hand nicht möglich erscheint. Da dieser dunkle Fleck nur an dickeren Scheiben vorkommt, an dünnen fehlt, bin ich geneigt, ihn auf Lichtbrechungsverhältnisse zurückzuführen, welche mit der Plättchenstructur zusammenhängen mögen. Einen Canal im Centrum des Stäbchens möchte ich aus dem etwas unsicheren Bilde schon deshalb nicht erschliessen, weil die Amphibienstäbe, bei denen die Grösse des Objectes eine ganz befriedigende Untersuchung zulässt, einen solchen Canal oder eine eingeschlossene Nervenfaser dem Obigen zufolge nicht erkennen lassen.

Nach den oben geschilderten Resultaten meiner Untersuchungen über die Retina der Cephalopoden wurde ich mit meinen weiteren Nachforschungen nach den Nervenendfäserchen der Retina bei den Wirbelthieren an die äussere Oberfläche der Stäbchen und Zapfen verwiesen. Hierbei drängte sich mir zunächst die Erinnerung auf, dass ich vor längerer Zeit bei Untersuchung der Retina eines Axolotl, deren ich 1867 mehrere Exemplare lebend von Paris mitgebracht hatte, eine deutliche Längsstreifung auf der Oberfläche auch der Innenglieder der Stäbchen bemerkt hatte, welche eine Fortsetzung der leistenförmigen Streifen auf der Oberfläche der Aussenglieder zu bilden schienen. Aehnliches erwähnt Hensen einmal beim Frosch gesehen zu haben. [1]) Zugleich richtete sich meine Aufmerksamkeit jetzt mit vermehrter Spannung auf die Bedeutung der eigenthümlichen kurzen feinen Fäserchen, welche ich aus der limitans externa zwischen die Stäbchen und Zapfen hinausragend, zumal bei Vögeln gesehen und gezeichnet hatte, [2]) die

1) Virchow's Archiv Bd. 39. p. 489.
2) Archiv für mikr. Anatomie. Bd. II, Taf. XI, Fig. 13.

mir neuerdings auch bei Untersuchung eines frischen menschlichen Auges aufgefallen waren (Fig. 3). Ich suchte nach Methoden die Stäbchenschicht noch vollkommener wie bisher zu conserviren, um mit voller Sicherheit ein Urtheil zu gewinnen darüber, ob isolirbare zu den Stäbchen und Zapfen in bestimmte Beziehungen tretende Fäserchen zwischen denselben und auf ihrer äusseren Oberfläche verlaufen. Bei dieser Untersuchung hatte ich wohl zu berücksichtigen, dass eine gewisse Art feinster Fasern zwischen den Stäbchen und Zapfen bereits bekannt sei, welche das gesuchte nervöse Fasersystem sicher nicht darstellt. Es sind dies die von mir beschriebenen haarfeinen Ausläufer der der Chorioides anliegenden Retina-Pigmentzellen (vulgo Pigmentepithel der Chorioides), welche z. Th. pigmenthaltig z. Th. pigmentfrei wie ein Busch feinster Wimperhaare zwischen die Stäbchen und Zapfen eingreifen, dieselben in eine Art Scheide einfassen und in der Lage erhalten, und durch ihren Pigmentgehalt natürlich zugleich für die Perceptionsvorgänge von einander isoliren.[1])

Die gewünschte vollkommene Conservirung der Stäbchen und Zapfen gelang mir bei fortgesetzten Versuchen mittelst der Ueberosmiumsäure in einer so befriedigenden Weise, dass ich auf diesem Gebiete nunmehr alles erreicht zu haben glaube, was überhaupt zu erreichen ist. Es kommt darauf an, nicht nur die Formen, sondern auch die Durchsichtigkeit und Lichtbrechungsverhältnisse der Innen- und Aussenglieder unverändert wie im Leben zu erhalten und die Theile zu erhärten, ohne körnige Gerinnungen zu erzeugen oder zuzulassen, wie sie spontan sofort nach dem Tode auftreten. Daher ist natürlich die vollkommenste Frische der einzulegenden Präparate nothwendige Bedingung. Für den Menschen ist mir die Erfüllung derselben nur gelungen durch den gütigen Beistand meines Collegen des Professor Saemisch und des Assistenten an der chir. Klinik Dr. von Mosengeil, welche mir erster das enucleirte Auge eines Mannes, dem ein Steinsplitter partielle Ablösung der Netzhaut erzeugt hatte, letzterer den gesunden Bulbus einer Person übermittelte, bei welcher ein Krebs des Oberkiefers die Wegnahme des Auges nöthig machte. Beide Augen kamen warm in meine Hände und zeigten ersteres eine theilweise, letzteres eine in allen Theilen durchaus gesunde Retina. Die wässerige Lösung

1) Archiv f. mikr. A. Bd. II, Tf. XI Fig. 14 u. 15, Taf. XIV. Fig. 9

der Ueberosmiumsäure ist am besten in concentrirter Form d. h. etwa 2 % trockene Säure enthaltend, anzuwenden, wenn die Aussenglieder gegen Quellung geschützt sein sollen. Und auch in dieser Concentration bringe ich nicht die abgelöste Retina in die Lösung, sondern lasse das Auge ungeöffnet, muss aber vor dem Einlegen die Sclera entfernen, was ich gewöhnlich bis etwas über den Aequator des Bulbus hinaus thue, den vordern Theil mit der Cornea in situ lassend. Die Ueberosmiumsäure wirkt nicht in die Tiefe und nur bei sehr dünner Sclera und bei Augen kleinerer Thiere erhärten die Stäbchen im Innern des unpräparirt eingelegten Auges in der gewünschten Weise. Schon nach wenigen Stunden ist das Präparat zur Untersuchung geeignet und wird nunmehr nach dem Auswaschen der in hohem Grade lästig auf die Respirationsorgane wirkenden Ueberosmiumsäure in Wasser unter das Mikroskop gebracht. Das Präparat verändert sich jetzt nicht mehr durch Quellung, kann aber auch unbeschadet mehrere Tage in der Säure liegen bleiben, was sich für den nicht gleich zur Untersuchung verwandten Rest des Präparates empfiehlt. Nach einigen Tagen aber nimmt man das Auge definitiv aus der Lösung und bewahrt es nach längerem Auswaschen in Wasser, in Spiritus oder in reinem Glycerin auf. Die schnelle Einwirkung der Ueberosmiumsäure, welche schon nach ganz kurzer Zeit die Isolirung der mässig erhärteten Elementartheile zulässt, ist neben den übrigen ein nicht hoch genug zu schätzender Vortheil dieser Substanz. Ein Vergleich mit ihrer Hülfe dargestellter Retinapräparate mit anderen durch Chromsäure, doppelt chromsaurem Kali oder Müller'scher Flüssigkeit erhärteter wird, sowie es sich um die Untersuchung elementarer Structuren mittelst sehr starker Vergrösserungen handelt, Jedem den ungeheuren Vorzug der Ueberosmiumsäure-Präparate lehren.

An Präparaten menschlicher Retina, welche auf die angegebene Weise dargestellt sind, isoliren sich beim Zerzupfen kleiner Stücke leicht dünne Plättchen der äusseren Körnerschicht mit limitans externa und Stäbchen und Zapfen. Wählt man zur Untersuchung derselben eine lichtstarke 800—1000fache Vergrösserung, wie sie mittelst der Immersionslinsen zu erreichen ist, so bemerkt man oft an Stellen wo über der limitans externa Stäbchen oder Zapfen ausgefallen sind, einen dichten Besatz kurzer feiner Fäserchen wie Wimperhaare hervorragen, alle von fast genau gleicher Länge. Die limitans selbst bietet an solchen Präparaten ein höchst

merkwürdiges bis dahin unbeachtet gebliebenes Aussehen. Die bei schwächerer Vergrösserung und an dickern Schnitten continuirlich aussehende Linie zeigt sich nämlich zusammengesetzt aus einer einfachen Reihe feiner glänzender Punkte, von welchen die erwähnten frei vorstehenden Fäserchen ausgehen (Fig. 4 u. 5). Wo die Stäbchen und Zapfen in situ erhalten sind, bemerkt man eine eigenthümliche Beziehung der Punkte zu den Basen der Stäbchen und Zapfen, der Art nämlich, dass sie sich hier jedesmal an den Rändern zusammendrängen. So entsteht hier für die schwächere Vergrösserung das Bild, wie ich es früher gezeichnet habe [1]), nämlich das Ansehen eines glänzenden Kornes am rechten und linken Rande jeden Stäbchens und Zapfens. Dies erklärt sich aus der Seitenansicht der in einem Kreise um die Basis jedes dieser letzteren stehenden Punkte. Die Flächenansichten der limitans externa zeigen denn auch auf das deutlichste die Kreise selbst, grösser für die Basis eines Zapfens, kleiner für die der Stäbchen, erstere etwa aus 40, letztere aus 8 bis 10 Punkten bestehend (Fig. 6). Das Innere dieser Kreise, welches dem Körper der Stäbchen und Zapfen entspricht, wo sie breit der limitans aufsitzen, ist frei von jeder Punktirung.

Natürlich war ich nach diesen Befunden bestrebt, das Verhältniss der frei aus den Punkten wie aus Löchern der limitans externa hervorragend gesehenen Fäserchen zu den Stäbchen und Zapfen selbst auszumitteln. Dies glückte bei Anwendung schiefen Lichtes in durchaus befriedigender Weise. Alle gut erhaltenen Zapfenkörper oder Innenglieder der Zapfen lassen nämlich auf ihrer Oberfläche eine ausserordentlich feine, haarscharf gezeichnete Streifung erkennen, deren Anfang in die Punkte der limitans externa fällt, deren Linien am dicksten Theil des Zapfens am weitesten von einander abstehen und gegen die Spitze zusammenlaufen. Diese Streifung beruht auf den mit der Oberfläche der Zapfen verbundenen feinen Fäserchen, welche aus den Punkten (Löchern) der limitans externa austreten. Dies wird direct bewiesen durch eine Vergleichung isolirter, von der limitans externa abgelöster Zapfen, wie sie in jedem Zerzupfungspräparat immer in grosser Menge umherschwimmen (Fig. 7, 8, 9, 10), mit solchen Stellen der limitans, wo Zapfen abgelöst sind.

---

1) Archiv f. mikr. A. Bd. II. Taf. X, Fig. 1 u. 2 aa.

Aus letzterer ragen feine Fäserchen hervor, wie oben angegeben wurde, alle von geringer und gleicher Länge, an Zahl den Punkten der limitans entsprechend, erstere, die abgelösten Zapfen, zeigen alle die erwähnte Streifung, aber meistens nicht von ihrer Basis sondern erst von einer Stelle an, deren Abstand von der basalen Fläche genau der Länge der gewöhnlich auf der limitans sitzenbleibenden Fäserchen entspricht. Unzweifelhaft sind die aus der limitans hervorragenden isolirbaren Fäserchen dieselben, welche im weiteren Verlaufe auf der Oberfläche des Zapfenkörpers festwachsen, und mit ihm verbunden bleiben.

Die Entfernung dieser Fäserchen von einander auf der Zapfenoberfläche ist so gering, dass etwa 40—50 im Umkreise eines jeden Zapfens Platz haben. Mit Hülfe des schiefen Lichtes und der Immersionssysteme 15 von Hartnack oder IX von Gundlach sind sie haarscharf deutlich zu machen und zu zählen, natürlich bei der Rundung der flaschenförmigen Zapfenkörper nur auf eine gewisse Strecke. Hier konnte ich mehrfach 14—16 Einzellinien zählen. Ihre Entfernung von einander ist an der dicksten Stelle des Zapfens kaum grösser als 0,0004 mm., d. h. 0,4 Mik., kommt also der Enfernung der Streifen mancher der schwierigsten Probeobjecte (z. B. Nitzschia linearis) gleich.

Nicht alle Zapfen der menschlichen Netzhaut haben die gleiche Gestalt und Dicke. In der Gegend der Peripherie der Netzhaut finde ich die Zapfenkörper kürzer und dicker (Fig. 5) als im Aequator (Fig. 4) und im Hintergrunde des Auges. Sehr schlank und viel dünner werden bekanntlich die Zapfen am gelben Fleck. Bei Zapfen aller dieser verschiedenen Gegenden ist es mir gelungen, die feine Streifung der Oberfläche deutlich zu sehen. Die Streifen stehen am weitesten voneinander bei den dicksten, am engsten bei einander an den Zapfen des gelben Fleckes. Ich muss es aber dahingestellt sein lassen, ob die Zahl der Streifen auf diesen Zapfen verschiedener Dimensionen dieselbe bleibt. An den dünnsten Zapfen der macula lutea und fovea centralis habe ich überhaupt Streifung nicht mehr erkennen können.

Die Streifung ist nicht immer genau der Längsaxe des Zapfenkörpers parallel, ich habe häufig Zapfen gesehen, deren Oberfläche in der Richtung einer langgezogenen Spirale gestreift war (Fig. 4z, Fig. 8), ähnlich dem Verhalten an den Aussengliedern der Frosch- und Tritonen-Stäbchen.

Dass die Streifung nur die Oberfläche des Zapfenkörpers einnimmt, und nicht auf Faserung auch des Zapfen-Innern beruht, ist am isolirten Zapfen mit voller Deutlichkeit wahrzunehmen. Ueberzeugend in dieser Richtung ist auch das Bild, welches man erhält bei Flächenansichten der limitans externa, sei es dass die Zapfen abgelöst sind, oder noch festsitzen. Die Flächenansichten zeigen, wie erwähnt, in Kreisen angeordnete feine Punkte, welche dieselben sind, aus denen wir die feinen Fäserchen hervortreten sahen. Der Durchmesser der grösseren dieser Kreise entspricht den Zapfenkörpern, deren Inneres auch bei dieser Ansicht immer homogen aussieht, während an der Peripherie die Punktirung mit der grössten Schärfe hervortritt und eine Zählung zulässt.

An solchen Präparaten bemerkt man zahlreiche kleinere punktirte Kreise zwischen den grösseren, es sind dies die Querschnitte der Stäbchen-Basis (Fig. 6). Auch diese Kreise sind zusammengesetzt aus einer gewissen, wie es scheint in allen Theilen der Retina sich wesentlich gleichbleibenden Zahl von Punkten, die ich auf 8—12 schätze. Wie bei den Zapfen entsprechen diese Punkte Durchtrittsstellen von Fäserchen, welche wie bei den Zapfen auf der Oberfläche der sogenannten Innenglieder verlaufen. Bei guter Conservirung und Anwendung klarer 1000—1500 mal. Vergrösserungen lässt sich nämlich auf der Oberfläche auch aller Stäbchen-Innenglieder eine parallele Streifung erkennen, welche bis dahin der Beobachtung entgangen war. Die Streifung verläuft entweder der Axe parallel oder häufig in langgezogener Spirale um das Innenglied (Fig. 5, 12). Bei den an Zerzupfungs-Präparaten oft vorkommenden Verbiegungen der Innenglieder lässt sich, zumal wenn die Aussenglieder abgefallen sind, sehr leicht ein Querschnittsbild in verschiedenen Höhen gewinnen. An solchen sieht man wieder, wie bei den Zapfen, die Fasern auf das deutlichste nur die Oberfläche einnehmend, nie in der Substanz des Innengliedes selbst. Endlich lösen sich auch hier die Fäserchen an der Basis manchmal in Verbindung mit der limitans externa ab. Auch sah ich Innenglieder, welche in der Mitte durchgerissen waren, an denen die Fasern der Oberfläche eine Strecke weit frei über die Rissstelle hinausragten (Fig. 15). Die Selbstständigkeit der Fasern ist demgemäss unzweifelhaft. Sie lassen sich aber noch weiter bis auf die Aussenglieder verfolgen.

Die Frage, wie die in Rede stehenden feinen Fasern, welche die limitans externa durchbrechen und auf der Oberfläche der Stäb-

chen und Zapfen liegen, sich in ihrem weitern Verlaufe zu den Aussengliedern verhalten, musste von der höchsten Wichtigkeit erscheinen. Denn wenn, wie gemäss den Befunden bei den Cephalopoden und Heteropoden in hohem Grade wahrscheinlich ist, die feinen Fäserchen die Endausläufer der Sehnervenfasern sind, und die Aussenglieder nach den oben angestellten Betrachtungen Organe darstellen, in welchen die Bewegung, auf welcher das Licht beruht, die zur Umwandlung in Nervenleitung, also zur Reizung der Sehnervenfasern nöthige und möglichst günstige Form annehmen soll; so kommt Alles darauf an, das Verhalten beider zu einander, so weit das Mikroskop darüber Aufschluss zu geben vermag, genau kennen zu lernen.

Bei den Zapfen der menschlichen Netzhaut sind die Fasern der Oberfläche so zahlreich, dass an dem verschmälerten Ende des Innengliedes, an welches das Aussenglied sich ansetzt, und zu welchem die Fäserchen convergirend zusammenlaufen, die Einzelfäserchen zu einer continuirlichen Hülle verschmolzen zu sein scheinen. Bekanntlich löst sich bei Präparationen der Retina gewöhnlich ein Theil der Aussenglieder ab. Ein anderer Theil, wenn auch noch so gut conservirt, bricht in der Quere ab oder zerfällt in Plättchen und haftet dann nur noch theilweise am Innengliede. Den Zapfenaussengliedern kommt die Neigung zum lamellösen Zerfall in noch viel höherem Grade zu als denen der Stäbchen. Die grosse Mannigfaltigkeit im Conservirungszustande der Zapfenaussenglieder meiner menschlichen Retina-Präparate hat mir eine Menge Bilder vor Augen geführt, welche auf das Ueberzeugendste beweisen, dass aus der faserigen Hülle des Innengliedes eine zarte conische Röhre hervorgeht, innerhalb welcher die starklichtbrechende Substanz des Aussengliedes lagert (vergl. besonders Fig. 7, 8, 9, 10, 14z″, ferner Fig. 17 vom Falken).

Ist bei den Zapfen wegen des geringen Dicken-Durchmessers der Aussenglieder und der grossen Zahl auf ihre Oberfläche übertretender Fasern eine Wahrnehmung der einzelnen vorläufig nicht möglich, so stellt sich an den Stäbchen das Verhältniss günstiger heraus. An Stäbchen, deren Aussenglied abgefallen war, sah ich fast regelmässig eine verschwindend durchsichtige kurze röhrenartige Verlängerung des Innengliedes über die Stelle hinaus, wo sich das Aussenglied abgelöst hatte (Fig. 4s′, 13s′). Diese Verlängerung bestand aus den 8—12 Oberflächenfasern, welche eine kurze Strecke

frei über das conservirte Innenglied hinausragten, einen Faserkorb bildend, aus welchem das Aussenglied herausgefallen war. Dies beweist, dass die Fasern der Oberfläche des Innengliedes sich wenigstens noch auf eine kurze Strecke isolirbar auf das Aussenglied fortsetzen. Aussenglieder, welche abgefallen sind, zeigen dann weiter eine grade oder spirale Längsstreifung, ganz ähnlich wie die Innenglieder, und im Zusammenhang conservirte Aussen- und Innenglieder lassen erkennen, dass die Streifung der ersteren eine Fortsetzung der Streifung der letzteren ist.

Durch diese Beobachtungen ist denn auch die Art der Verbindung von Innen- und Aussengliedern genügend erklärt. Beide hängen wesentlich durch die Rindenfasern unter einander zusammen. Sind diese zerrissen oder zerstört, wie dies durch geringe Gewalten, Quellung etc. geschieht, so fallen die Aussenglieder ab.

Sehr deutlich ist an den in Ueberosmiumsäure conservirten Stäbchen des Menschen zu beobachten, dass die Fasern der Oberfläche des Innengliedes etwas näher zusammenrücken, bevor sie auf das Aussenglied übertreten. Letzteres ist, wie schon H. Müller beobachtete, etwas dünner als das Innenglied (Fig. 14).

Eine Frage von der grössten Wichtigkeit ist die, wie sich die Fasern, welche aus der limitans externa hervortreten und auf die Oberfläche der Stäbchen und Zapfen sich auflegen, innerhalb der äusseren Körnerschicht verhalten. An die kreisförmig stehenden Punkte der limitans, aus denen die Fäserchen nach aussen hervorgehen, schliesst sich stets nach innen an die verbreiterte Ansatzstelle der Stäbchen- oder Zapfenfaser (Fig. 5, 11, 14). Das Bild, wie ich es früher für den Zusammenhang gezeichnet habe, ist genau richtig. Man hat nur der an der limitans sich verbreiternden Stäbchenfaser eine Summe isolirt hervortretender, die limitans für sich durchbohrender Fibrillen hinzuzufügen, welche sich der Basis des Innengliedes anlegen, dieses umfassend, so ist die Uebereinstimmung mit den neuen Beobachtungen vorhanden. Da ich nun weiter mit Hülfe der starken Vergrösserungen mich neuerdings überzeugt habe, dass die Stäbchenfasern in der äussern Körnerschicht immerhin noch eine solche Dicke besitzen, dass die Annahme einer Zusammensetznng derselben aus je 8—12 Primitivfibrillen möglich erscheint, für die Zapfenfasern aber ihre Zusammensetzung aus einer grössern Zahl feinster Fibrillen bereits früher von mir aus ihrem feinstreifigen Aussehen erschlossen worden ist, so liegt die Annah-

me nahe, dass die neu entdeckten auf der Oberfläche der Stäbchen und Zapfen verlaufenden Fasern aus einer Theilung der bekannten Stäbchen und Zapfenfasern hervorgehen. Andererseits sprechen manche meiner Beobachtungen zumal bei Thieren dafür, dass die in Rede stehenden feinsten Fasern innerhalb der äusseren Körnerschicht selbstständig verlaufen. Dann würde die in der Stäbchenschicht von mir beschriebene Complication, bestehend in der Verbindung der Stäbe und Zapfen mit auf ihrer Oberfläche verlaufenden Nervenfasern, auch für die äussere Körnerschicht Geltung haben, und die Analogie der äusseren Schichten der Retina (der musivischen nach Henle) mit denjenigen Epithelien der Sinnesorgane hergestellt sein, in welchen nicht nervöse Epithelzellen mit Nervenfibrillen abwechseln (Nase, Zunge, Haut, Ohr). Bei dieser Annahme würde dann auch die durch H. Müller u. A. constatirte Persistenz der Stäbchen und Zapfen bei Atrophie des Sehnerven bei Menschen, welche Krause bei Thieren nach Durchschneidung des nervus opticus bestätigte, eine Erklärung finden, indem der centrale, bisher allein bekannte Theil der Endorgane der Sehnervenfasern erhalten bleiben könnte, auch wenn die Nervenfäserchen der Hülle schwänden [1]).

Was hier von dem Fasersysteme an der Oberfläche der Stäb-

---

1) Meine Beobachtungen geben nur unvollständige Auskunft über den Verbleib der in Rede stehenden Fäserchen innerhalb der äusseren Körnerschicht. Sie sprechen z. Th. für einen selbstständigen Verlauf derselben, unabhängig von den bisher bekannten Stäbchen- und Zapfenfasern. Bei Anwendung des schiefen Lichtes und Vergrösserungen, welche über 1000 gehen, tauchen innerhalb der äusseren Körnerschicht feine Strichelungen auf, welche auf feinste Fäserchen deuten. Aber auch die Zapfenfasern sind fibrillär zusammengesetzt, und die Varikositäten derselben, welche ich an den Zapfenfasern des gelben Fleckes jetzt von Neuem auf das Deutlichste gesehen und von einem Auge Fig. 11a, von einem anderen Fig. 11A gezeichnet habe, lassen zunächst keinen Zweifel bei mir aufkommen, dass es Nervenfasern nach Art der Axencylinder seien, mit denen wir es hier zu thun haben. Die abweichende Zusammensetzung der äusseren Körnerschicht bei vielen Wirbelthieren, auf welche ich in meiner Arbeit im 2. Bande dieses Archivs an vielen Stellen aufmerksam gemacht habe, würde Anhaltspunkte genug bieten, der von mir schon früher einmal vertheidigten Ansicht, welche neuerdings Krause zu der seinigen gemacht hat, zuzustimmen, dass die dicken Zapfenfasern z. B. der Tritonen Fig. 26, und ebenso vieler anderer Thiere nicht nervös, sondern erst von feinsten Nervenfasern umgeben seien.

chen und Zapfen des Menschen berichtet worden, habe ich im Wesentlichen in gleicher Weise an den entsprechenden Elementen der Netzhaut der Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische beobachtet (man vergleiche unten die Figurenerklärung). Die Hauptsache ist, dass überall die dreifache Zusammensetzung der percipirenden Schicht aus 1) lamellösen Stäben, 2) feinsten sie umhüllenden Fasern (Nervenendfäserchen) und 3) Pigment in Form von Scheiden um die Stäbe und Nervenfasern vorkommt, und dass dadurch die bisher fehlende Uebereinstimmung im Bau der percipirenden Schicht der wirbellosen und der Wirbelthiere bis ins Feinste nachgewiesen ist. Hiermit eröffnet sich denn auch die Aussicht auf eine das Sehen aller Thiere in gleicher Weise erläuternde Betrachtung. Gemäss den im Anfang dargelegten Sätzen würden die Grundzüge einer solchen gegeben sein in dem Nachweis der Verbindung lamellös geschichteter Hülfs- und Uebertragungsapparate mit anliegenden oder eingeschlossenen feinsten Nervenfasern, zu denen dann noch das umhüllende und störendes Licht absorbirende Pigment hinzukäme. Im Einzelnen bleibt freilich der anatomischen Forschung noch ein sehr weites Feld übrig. Leider reichen vor der Hand unsere Mikroskope nicht so weit, um die vielen sich neu aufdrängenden Fragen nach den näheren Beziehungen der Nervenfasern zu den Plättchen der Stäbe und Zapfen, und nach den immer nur erst oberflächlich bekannten Schichtungsverhältnissen der Aussenglieder schon jetzt erledigen zu können. Den vereinten Bemühungen der Optiker und Mikroskopiker wird jedoch hoffentlich auch hier noch mancher Schritt vorwärts gelingen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXII.

Bei sämmtlichen Figuren bedeuten
- a äussere Körnerschicht,
- l limitans externa,
- s' Stäbchen-Innenglied,
- s'' Stäbchen-Aussenglied,
- z' Zapfen-Innenglied (Zapfenkörper),
- z'' Zapfen-Aussenglied (Zapfenstäbchen).

Sämmtliche Figuren sind, wenn nichts Besonderes angegeben ist, bei 1000—1500maliger Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1. Scheibchen von den Aussengliedern der Stäbe von Triton cristatus nach Erhärtung in Osmiumsäure abgesprengt und von der Fläche gesehen, y schief gelagert. Die dicksten Scheiben sind fast undurchsichtig schwarz, die dünnsten farblos, die meisten sind annähernd kreisrund, manche oval, andere viereckig oder dreieckig mit abgerundeten Ecken, halbmondförmig oder unregelmässig ausgerandet. Einspringende Winkel wie bei x kommen nicht selten vor.

» » a. Scheibchen bei 2000mal. Vergröss. gezeichnet;

» » b. ein solches, an welchem von einer oberen Schicht ein Kreisausschnitt ausgefallen ist, während die untere Schicht an diesem Verlust nicht theilgenommen hat.

Fig. 1 A. Scheiben von Froschstäbchen von ganz ähnlichen Gestalten wie bei Triton, nur etwas kleiner.

Fig. 1 B. Scheiben der Stäbchen vom Meerschweinchen.

Fig. 2. Aussenglied von Triton cristatus frisch in Serum.

» » a. Stäbchen von Triton cristatus nach kurzer Einwirkung von Osmiumsäure: a kernhaltiger Theil desselben in der äusseren Körnerschicht; im Innenglied s' eine Combination von zwei das Licht verschieden brechenden und in Osmiumsäure sich verschieden färbenden Substanzen in Form einer biconvexen und einer planconcaven Linse. Erstere passt genau in die Concavität letzterer, nimmt aber nicht die ganze Breite (Dicke) des Innengliedes ein. Sie ist isolirbar.

» » b. Zapfen derselben Retina. Statt der wunderbaren Doppellinse findet sich bei den Zapfen nur eine planconvexe, parabolisch gekrümmte Linse im Innenglied. (Vergl. über diese von Krause früher Optikus-Ellipsoid genannte, von mir als linsenförmige Körper bezeichneten Gebilde dieses Archivs Bd. III, pag. 220. Dieselben kommen bei sehr vielen Thieren vor, scheinen aber Säugethieren und Menschen zu fehlen. Offenbar üben dieselben einen sehr wesentlichen Einfluss aus auf den Gang der Lichtstrahlen, bevor dieselben in das Aussenglied eintreten.)

» » c. und d. Zwillingszapfen von Triton cristatus. In diesen besitzt nur die eine Abtheilung den linsenförmigen Körper. Die Grenze zwischen Aussenglied und Innenglied fällt bei diesen Zwillingszapfen nie in eine Ebene, vielmehr liegt die Grenze bei dem Theil mit linsenförmigem Körper stets weiter rückwärts.

ig. 3. Stäbchen und Theil der äusseren Körnerschicht von einem in schwächerer Osmiumsäure-Lösung conservirten menschlichen Auge. die Aussenglieder sind geschrumpft. aber die feinen über die limitans externa hinausragenden Fäserchen, deren Verhältniss zu den Stäbchen und Zapfen bis dahin unbekannt blieb, sind hier sichtbar. Vergröss. 500.

g. 4. Stäbchen und Zapfen der menschl. Retina in Verbindung mit einem

Theile der äusseren Körnerschicht, aus der limitans externa ragen feine Fäsorchen hervor, stellenweise isolirt. stellenweise auf der Oberfläche der Stäbchen und Zapfen-Innenglieder. Auf der Oberfläche des Zapfen z verlaufen diese in der Richtung einer langgezogenen Spirale.

Fig. 5. Dasselbe aus einem mehr peripherischen Theile der Retina, die Aussenglieder fehlen hier sämmtlich.

Fig. 6. Flächenansicht der limitans externa vom Menschen. Die Punkte sind die Durchtrittsstellen der Fäserchen.

Fig. 7, 8, 9, 10. Abgelöste Zapfen der menschlichen Retina bei 2000mal. Vergrösserung. Die Faserung der Oberfläche ist an der Basis nur soweit erhalten, als die Fasern nicht auf der limitans ext. sitzen zu bleiben pflegen. Aus der Oberfläche des verschmälerten Zapfenendes erhebt sich ein zartes Rohr, in dessen Innerem das Aussenglied eingeschlossen liegt; von diesem letzteren ist in Fig. 7 nur noch ein kleiner Rest, wenige Plättchen der Spitze, erhalten; in Fig. 8 ist mehr von dem Aussenglied zu sehen; in Fig. 9 hat sich dasselbe als Ganzes abgelöst, ist aber in der Scheide sitzen geblieben, aber aus der ursprünglichen Lage auch in sofern verschoben, als es dem Beobachter seine Basis zukehrt, folglich verkürzt gesehen wird; in Fig. 10 fehlt das Aussenglied ganz.

Fig. 11. Zwei Zapfen der Umgegend des gelben Fleckes und ein Stäbchen in Verbindung mit den bekannten sehr langen Zapfenfasern dieser Gegend. a' ebensolche Zapfenfasern mit exquisiten spindelförmigen Varikositäten

Fig. 11 A. Zapfen aus der Gegend des gelben Fleckes von einem anderen in weniger concentrirter Osmiumsäure conservirten menschlichen Auge mit langer, sehr entwickelte Varikositäten zeigenden Zapfenfaser bei 400facher Vergr.

Fig. 12. Zwei Stäbchen der menschl. Retina mit den Oberflächenfasern auch auf den Aussengliedern, deren eins nur in einem kurzen Stückchen erhalten, dann abgebrochen ist. Ueber die Bruchstelle ragen feine Fäserchen hinaus.

Fig. 13. Stäbchen-Innenglieder ebendaher, in Verbindung mit einem Theil der äusseren Körnerschicht; s aufgebogen, so dass die Oberflächenfasern im Querschnitt gesehen werden; s' die Fäserchen ragen an der Stelle wo das Aussenglied abgelöst ist, frei hervor; y das Innenglied ist durchgerissen, die Fäserchen der Oberfläche lassen sich eine Strecke weit frei über die Rissstelle verfolgen.

Fig. 14. Stäbchen und Zapfen vom Menschen ungefähr aus der Gegend des Aequators des Auges. in ihrem Grössenverhältniss zu einander und mit den Aussengliedern, von denen das des Zapfens, wie auch an den bestconservirten Präparaten fast immer zu sehen, in Plättchen zerfallen, das des Stäbchens noch in vollem inneren Zusammenhang ist. Die Ebene, in welchem die Innenglieder in die Aus-

senglieder übergehen, ist, wie hier gezeichnet, so durchweg, bei den Zapfen mehr nach vorn gelegen als bei den Stäbchen. Auch hier ist an der Basis des Zapfens ein Theil der Fäserchen abgeplatzt. wie man dies sehr häufig sieht.

Fig. 15. Stäbchen vom Schaaf mit einem Theile der äusseren Körnerschicht. Die feinen Fasern der Oberfläche sind, wo das Aussenglied abgebrochen, eine Strecke frei sichtbar.

Fig. 16. Stäbchen vom Meerschweinchen, über die limitans externa l ragen Bündel feiner Fäserchen; z'.vielleicht ein Zapfeninnenglied, wenig verschieden von dem der Stäbchen.

Fig. 17. Von der Retina des Falken (falco buteo). Die Zapfen z zeigen die feine aus der äusseren Körnerschicht a aufsteigende Faserung. Aus derselben entwickelt sich eine die Aussenglieder z'' einhüllende Scheide. Erstere sind in Plättchen zerfallen, welche in Gruppen zusammenhängend und aus der Lage geschoben sehr auffallende Anordnungen zeigen. zz Zwillingszapfen. Von Stäbchen sind in s' drei Innenglieder dargestellt, um den eigenthümlichen Apparat zu zeigen. welcher das äussere Ende des Innengliedes einnimmt und nach Art einer Linsencombination, wie bei Triton (Fig. 2), einen Einfluss auf den Gang der Lichtstrahlen auszuüben bestimmt scheint. Es sind zwei getrennte Körper, einer grösser, ähnlich der parabolisch gekrümmten Linse in den Zapfen, aber an der Kuppe abgestutzt durch eine Concavität, in welche sich ein kleiner kugliger oder conischer Körper einfügt. An dem in s'' dargestellten Stücke eines Aussengliedes hängen oberflächlich ovale Pigmentkörper in Längsreihen an. Diese Anordnung ist an Stäbchen, die ohne jede Spur von Quellung und in Zusammenhang mit der Pigmentscheide erhärtet sind, bei Vögeln und beim Frosch sehr deutlich ausgesprochen. Es macht ganz den Eindruck, als wenn die Pigmentkörnchen-Reihen den Furchen der Oberfläche der Aussenglieder sich anschlössen, in denen vermuthlich auch die feinen Nervenfasern liegen, welche vom Innenglied auf das Aussenglied übertreten.

Fig. 18. Stäbchen und Zapfen der Taube. Die Fäserchen, welche aus der limitans externa hinausragen, sind grösstentheils von der Oberfläche der Zapfen z' abgeplatzt, die Streifung auf dem übrigen Theile der Zapfen ist nicht deutlich ausgeprägt. Im Stäbcheninnenglied s' ist wieder die Linsencombination sichtbar.

Fig. 19. Huhn. Zapfen mit kugligem gefärbtem Fetttropfen und mit längsovaler Linse, Stäbchen s' und s'' mit der schon in Fig. 17 beschriebenen Linsencombination. In dem ohne Aussenglied gezeichneten Stäbchen ist die vordere kugelförmige Linse isolirt dargestellt, sie hatte sich von der hinteren abgehoben.

Untersuchungen über den feineren Bau des Pancreas.

Von

Dr. **Giovanni Saviotti**

aus Turin.

Hierzu Tafel XXIII und XXIV.

Herr Doctor Langerhans in Berlin hat in seiner Inaugural-Dissertation von Neuem die Aufmerksamkeit der Mikroskopiker auf das Pancreas gelenkt, indem derselbe ganz neue, bisher unbekannte anatomische Einrichtungen auffand.

Einer Einladung des Herrn Professor Kölliker entsprechend unternahm ich unter seiner Leitung in seinem Laboratorium eine Reihe von Untersuchungen über den Ursprung und den Bau der Ausführungsgänge des Pancreas, deren Ergebniss zum Theil eine Bestätigung der Befunde von Langerhans, zum Theil eine solche Erweiterung derselben war, dass eine bedeutende Aehnlichkeit im feineren Bau dieser Drüse und der Leber sich ergab. —

Meine Untersuehungen wurden hauptsächlich am Pancreas des Kaninchens angestellt, welches wegen seiner Abplattung und seines lockeren Baues für solche Untersuchungen ungemein günstig ist. Wiederholte Injektionen haben mir auch gezeigt, dass junge Thiere für solche Untersuchungen günstiger sind, und habe ich mich daher vorzüglich an solche gehalten. Das Pancreas der Ratte steht in seiner gröberen anatomischen Einrichtung demjenigen des Kaninchens nahe, und habe ich desshalb auch einige Injektionen desselben versucht; dieselben ergaben mir jedoch keine ganz genügenden Resultate, was vielleicht zum Theil dem Umstande zugeschrieben werden darf, dass die Thiere ganz ausgewachsen waren. Bei jungen Ratten ist der Hauptgang des Pancreas zu klein, um eine Kanüle in denselben einführen zu können. Im Uebrigen be-

merke ich noch, dass bei der Ratte der pancreatische Gang schon in einiger Entfernung vom Duodenum mit dem Gallengang sich verbindet, und desshalb die Injektion, bei einigermassen ausgebildeten Thieren, ohne grosse Schwierigkeit von dem gemeinschaftlichen Gange sich bewerkstelligen lässt.

Ich versuchte auch einige Einspritzungen beim Frosche, indem ich die Injektionsmasse in den Zwölffingerdarm einspritzte, nachdem ich denselben über und unter der Einmündung des pancreatischen Ganges unterbunden hatte. Es fielen jedoch alle diese Injektionen negativ aus, obschon ich bei denselben durch Einlegen der Thiere in warmes Wasser und vorherige Vergiftung derselben durch Cyankalium oder durch Curare, eine möglichste Lähmung der Darmmuskulatur herbeizuführen versucht hatte.

Das Pancreas des Hundes, sowie derjenigen Thiere, bei denen dieses Organ in grösserer Dicke auftritt, ergab mir keine ganz erwünschten Resultate. Man wolle übrigens nicht vergessen, dass die Bauchspeicheldrüse des Hundes zwei Ausführungsgänge hat, die im Innern der Drüse untereinander zusammenhängen und vor der Injektion einen derselben unterbinden, wozu der obere, kleinere besser sich eignet. Bei einem Hunde fehlte der obere Gang, dagegen fand sich ein anderer, mässig entwickelter nahe am unteren Hauptgange, der seine gewöhnliche Stelle einnahm.

Als Injektionsmasse benutzte ich lösliches Berliner Blau nach Brücke's Methode dargestellt, bitte jedoch zu beachten, dass ich dasselbe durch alkalische Flüssigkeiten und somit auch durch den pancreatischen Saft entfärbt. Diese Entfärbung tritt bei Einspritzungen auch im Innern der Drüse, vor Allem in den kleineren und kleinsten Drüsengängen ein, und erscheinen daher häufig Drüsenläppchen als gar nicht gefüllt, welche vollkommen gut aufgegangen sind. Da Essigsäure die Farbe des Berliner Blau vollkommen wieder herstellt, so behandelte ich die injicirten Bauchspeicheldrüsen in folgender Weise. Zuerst legte ich dieselben in Alkohol absolutus, dem einige Tropfen Essigsäure beigesetzt waren, und liess es ein oder zwei Tage in dieser Flüssigkeit. Nachher schnitt ich dasselbe in Stückchen und legte diese in gleiche Theile destillirtes Wasser und Essigsäure, welche Mischung nicht nur die Farbe des Berliner Blau wieder herstellt, sondern auch die weitere Zerlegung der Drüsentheilchen in die einzelnen Läppchen begünstigt.

Die Injektionen wurden theils mit einer gewöhnlichen Spritze,

theils und vor Allem mit dem Apparate von Hering angestellt, und hebe ich hervor, dass nur bei einem geringen und gleichmässigen Drucke gute Resultate sich erzielen lassen. Mit dem Hering'schen Apparate war ich am glücklichsten bei einem Drucke, der zwischen 15 und 30 Mm. Quecksilber schwankte, doch bildeten sich auch in diesem Falle, trotz aller Vorsicht, mit grosser Leichtigkeit Extravasate, und gelang es mir nie, ein Pancreas in allen seinen Theilen so rein und vollkommen zu füllen, wie diess z. B. bei den Gallencapillaren möglich ist. Wenn man ein injicirtes Pancreas bei kleinen Vergrösserungen betrachtet, so fällt vor Allem die eigenthümliche Verästelung der Hauptgänge in die Augen. Dieselbe geschieht so, dass in jedem Abschnitte der Drüse von einem die Mitte desselben durchziehenden Hauptstamme allerwärts viele kleine Aeste unter nahezu rechtem Winkel abgehen. Diese entsenden wiederum kleinere Aeste ebenfalls unter rechtem Winkel und indem diess noch mehrmals sich wiederholt, gelangt man endlich zu den kleinsten Gängen der Drüsenläppchen selbst. Der Hauptgang selbst gelangt durch spitzwinkelige Theilungen zu allen Hauptabschnitten des Organes und endet überall mit Theilungen, die fast unter rechtem Winkel statthaben. Diese Art der Vertheilung der Hauptgänge des Pancreas des Kaninchens unterscheidet sich von derjenigen der Gänge der Speicheldrüsen. Bei diesen findet sich nämlich eine gewöhnliche, baumförmige Verästelung der Kanäle in der Art, dass dieselben auf lange Strecken einen ziemlich gleichmässigen Durchmesser bewahren und erst in der Nähe ihres letzten Endes auf einmal in ein ganzes Büschel kleiner Aestchen ausgehen, von denen jedes zu einem oder einigen wenigen Läppchen sich begibt, ein Verhalten, das ich am ausgesprochensten in der Ohrspeicheldrüse des Hundes antraf.

Von besonderem Interesse ist nun die Kenntniss des Ursprungs der Drüsengänge in den Läppchen des Pancreas selbst. Man glaubte bisher, dass die Zellen eines Läppchens ein Bläschen bilden, dessen Hohlraum der Anfang des Ausführungsganges sei. Langerhans fand jedoch bei seinen Injektionen, dass von dem genannten Centralkanale aus Fortsetzungen zwischen die Drüsenzellen hineingehen und bis zur membrana propria des Drüsenbläschens sich erstrecken, Ausläufer, welche er wegen der Form, die sie bei Injektionen annahmen, mit dem Namen birnförmig bezeichnet.

Es fiel mir nicht swcher, diese von Langerhans gefunde-

Anordnung zu bestätigen, ich fand jedoch ausserdem in sehr vielen, ja ich kann sagen im grössten Theile der Drüsenbläschen, dass die peripherischen Enden der von Langerhans entdeckten Ausläufer mit Kanälchen im Zusammenhange stehen, welche dicht an der Membrana propria längs der Zellenränder verlaufen und benachbarte radiäre Kanälchen (so will ich die von Langerhans beschriebenen Ausläufer nennen) schlingenförmig verbinden. (Fig. 1. 2A, 2B.)

Da nun ferner die radiären Kanälchen immer nach mehreren Seiten mit ihren Nachbarn durch solche Schlingen sich verbinden, so entsteht an der Oberfläche der Drüsenläppchen ein Netz feiner Kanälchen, das in seinen Maschen immer je eine Drüsenzelle zeigt. (Fig. 3. 4.) Es steht somit jede Drüsenzelle des Pancreas nicht nur mit einer Fläche, wie man bisher glaubte, sondern mit vielen, wenn auch kleinen Flächen, mit den Anfängen der Ausführungsgänge in Verbindung, und zeigt daher das Pancreas ganz ähnliche Einrichtungen, wie diejenigen sind, die man in der neueren Zeit für die Leber aufgefunden hat. —

Kennt man einmal von Injektionen her die erwähnten oberflächlichen Anastomosen der feinsten pancreatischen Gänge, so ist es äusserst leicht, dieselben auch in nicht eingespritzten Läppchen zu erkennen, wenigstens was das Pancreas des Kaninchens betrifft; es zeigen sich nämlich an dünnen, unter das Mikroskop gebrachten Stückchen der Drüsenläppchen, längs der Zellenränder, welche in der Nähe der Membrana propria sich befinden, helle, glänzende Streifen, welche den Eindruck von Zwischenräumen zwischen den Zellen machen, welche nichts Anderes als die besprochenen Drüsenkanälchen sind. Der Beweis hierfür ist durch die Untersuchung theilweise injicirter Läppchen leicht zu führen, indem an solchen der Zusammenhang injicirter Kanälchen mit den erwähnten Streifen an vielen Orten wahrzunehmen ist. (Fig. 4.)

Der Durchmesser der radiären Kanälchen und derer, die das oberflächliche Netz der Drüsenbläschen bilden, beträgt im Pancreas des Kaninchens 0,002 Mm. — 0,003 Mm. Dieselben scheinen einfach Lücken zwischen denselben zu sein, wenigstens ist es mir nicht gelungen, irgend eine Thatsache aufzufinden, die auf die Anwesenheit einer Membran gedeutet hätte. Es stellt sich somit auch in dieser Beziehung eine Uebereinstimmung mit den Gallencapillaren heraus. Ich will jedoch nicht versäumen, hier noch einen

Unterschied zwischen der Leber und dem Pancreas hervorzuheben. Während nämlich bei der Leber die Gallencapillaren stets nur an den einander zugewandten Flächen der Zellen verlaufen, scheinen die entsprechenden Kanälchen im Pancreas den Rändern der Zellen zu folgen und gelangen so hier an der Oberfläche der Läppchen näher an die umspinnenden Blutgefässe heran, als es bei der Leber der Fall ist.

Findet sich das beschriebene Netz von Drüsenkanälchen in allen Läppchen des Pancreas? Gibt es wirklich in allen Drüsenläppchen einen centralen Kanal, wie er im Vorigen angenommen wurde? Welches endlich sind die Beziehungen zwischen dem feinen Netz und den Drüsengängen ausserhalb der Läppchen?

In der grössten Mehrzahl der Läppchen erscheint das beschriebene Netz so deutlich, dass in Betreff seiner Anwesenheit keine Zweifel möglich sind. In einigen Drüsenbläschen jedoch sieht man nur die radiären, von Langerhans beschriebenen Kanälchen und ist es nicht möglich, schleifenförmige Verbindungen derselben nachzuweisen. Es ist nicht leicht zu entscheiden, ob dieses Verhalten von einer besonderen Anordnung oder einer unvollkommenen Injektion herrührt, wenn man jedoch bedenkt, dass in manchen Fällen die radiären Kanälchen stark birnförmig ausgeweitet sind, ohne dass peripherische Schlingen sich finden, fühlt man sich veranlasst anzunehmen, dass es sich in diesen Fällen um eine besondere, aber regelrechte Anordnung handle. Es scheinen mir somit zweierlei Ursprungsweisen der pancreatischen Gänge vorzukommen, eine viel häufigere und sehr leicht nachzuweisende mit Netzen und eine viel seltenere und wohl noch weiter zu untersuchende mit freien Endigungen.

Die Verbindung der feinsten Kanälchen mit dem Ausführungsgange der Drüsenkanälchen scheint in einer doppelten Weise zu Stande zu kommen. In vielen Fällen ist es sowohl an injicirten Präparaten als an solchen, die mit Müller'scher Flüssigkeit behandelt wurden, nicht schwierig, die Anwesenheit eines centralen Kanales aufzuweisen, in den die peripherischen Netze durch die radiären Kanälchen von Langerhans einmünden. In gewissen Läppchen jedoch ist es unmöglich einen solchen Binnenraum nachzuweisen. Hier sieht man einen kleinen Gang, der an einem Drüsenbläschen angelangt sich sofort mit dem oberflächlichen Netz verbindet, und fehlen dann auch die Fortsetzungen des Netzes in das

Innere oder die sogenannten radiären Kanälchen. (Fig. 5.) Es findet sich diese Anordnung in Drüsenläppchen von besonderer Form, von denen die einen klein und rundlich, die andern lang und schmal sind; noch andere endlich bestehen einfach aus zwei übereinanderliegenden Zellenlagen ohne Zwischenraum. Vielleicht sind diese Drüsenbläschen, die, wie man sieht von der Form, die man gemeinhin als die typische ansieht, sehr wesentlich abweichen, unvollkommen ausgebildet und gewissermassen auf embryonalem Standpunkte befindliche.

In Berücksichtigung der Aehnlichkeit des Baues zwischen dem Pancreas und den Speicheldrüsen unternahm ich auch einige Injektionen bei den letzteren, deren Ergebnisse jedoch nicht gerade sehr befriedigend waren. Einzig und allein in der Ohrspeicheldrüse des Hundes gelang mir der Nachweis äusserst feiner, radiärer Ausläufer, welche vom centralen Kanale der Drüsenbläschen aus zwischen die Zellen sich einsenkten, dagegen war ich nicht im Stande, ein vollständiges Netzwerk aufzufinden. Hier ist der Ort zu bemerken, dass Pflüger in einem Nachtrage zu seiner Abhandlung über die Nerven der Speicheldrüsen und des Pancreas (dieses Arch. Bd. V, p. 203) erwähnt, dass Ewald eine ähnliche Anordnung der feinsten Drüsenkanäle gefunden habe, wie sie in der Leber sich finde, welcher Aeusserung zu Folge ähnliche Verhältnisse hier vorzukommen scheinen, wie ich sie im Pancreas des Kaninchens wahrnahm. Wie gesagt gelang mir bei meinen Injektionen ein solcher Nachweis nicht, doch kann ich beifügen, dass ich an den Läppchen der Unterkieferdrüse des Kaninchens, welche in sehr verdünnter Osmiumsäure gelegen hatten, zwischen den Drüsenzellen dieselben hellen, glänzenden Striche auffand, welche beim Pancreas als feinste Kanälchen gedeutet wurden.

In welcher Beziehung stehen die Ausführungsgänge zu den Drüsenbläschen des Pancreas und wie ist ihr Bau? Bisher nahm man an, dass die Wandungen des Kanales unmittelbar in diejenigen des Drüsenbläschens sich fortsetzen und dass dieses aus grösseren, jener aus kleineren polygonalen Zellen bestehe. Langerhans hat jedoch auch in dieser Beziehung Neues gebracht und beschreibt im Innern der Läppchen besondere Zellen unter dem Namen der »centroacinaeren«, die er geneigt ist zu den Ausführungsgängen in Beziehung zu bringen, ohne die Art und Weise der Verbindung beider ganz genau zu beschreiben. Nach meinen Unter-

suchungen sind diese Zellen, deren Anwesenheit nicht schwer zu bestätigen ist, in der That die ersten Anfänge der gröberen Ausführungsgänge und haben die Bestimmung, die Verbindung dieser mit den eigentlichen Drüsenbläschen zu vermitteln.

Für die Untersuchung der centroacinaeren Zellen erweist sich die Müller'sche Flüssigkeit von ganz erstaunlichem Nutzen, dagegen ist die verdünnte Essigsäure, welche im Allgemeinen zur Isolirung der Epithelien so nützlich erscheint, wenig brauchbar. Eine Mischung von gleichen Theilen Essigsäure und Wasser fand ich sehr dienlich zur Darstellung der Drüsenzellen des Pancreas des Hundes; bei der Bauchspeicheldrüse des Kaninchens dagegen zeigte diese Flüssigkeit nicht dieselbe Wirkung. Von den caustischen Alkalien sah ich keine besonderen Wirkungen, sehr verdünnte Osmiumsäure dagegen war für das Studium der Drüsenbläschen der Speicheldrüsen namentlich brauchbar, leistete dagegen nichts Besonderes für die centroacinaeren Zellen.

Die Müller'sche Flüssigkeit wirkt sehr schnell auf das Pancreas des Kaninchens und fand ich eine Maceration von 6 bis 8 bis 10 Stunden am geeignetsten, um die centroacinaeren Zellen und die feinsten Ausführungsgänge in ihren gegenseitigen Beziehungen darzustellen, dagegen wirkte ein längeres Liegenlassen der Theile in genannter Flüssigkeit in der Regel nicht mehr günstig.

Zerzupft man mit Nadeln ein Stückchen eines in Müller'scher Flüssigkeit macerirten Pancreas, so findet man theils viele ganz isolirte Drüsenzellen, theils andere, welche noch ihre natürlichen Verbindungen bewahrt haben und grössere oder kleinere Fragmente von Drüsenbläschen, ja selbst ganze solche Gebilde darstellen; diese Drüsenzellen sind im Allgemeinen polygonal, doch ziemlich wechselnd in der Form und enthalten einen grossen, runden, körnigen Kern; ebenso ist auch das Protoplasma der Zellen granulirt, dagegen fand ich bei jüngeren Kaninchen keine Fetttröpfchen in den Zellen. In solchen Präparaten findet man auch manchmal die Drüsenzellen so untereinander verbunden, dass sie wie einen Querschnitt eines kleinsten Läppchens darstellen, und in solchen Fällen umgeben dieselben dann zu 5 oder 6 ringförmig einen Raum, der offenbar nichts Anderes als der Centralraum des Läppchens ist. (Fig. 6. 7.)

In solchen Präparaten kommen endlich auch die centroacinaeren Zellen von Langerhans zur Beobachtung. Manchmal findet man Läppchen, in denen eine oder mehrere solche Zellen ganz im Innern

enthalten sind (Fig. 8, 10, 12); häufiger jedoch stecken diese spindelförmigen Elemente nur zur Hälfte in dem Drüsenbläschen und ragen mit einer Spitze frei heraus (Fig. 9. 11); noch häufiger endlich sieht man solche Zellen an der einen Seite von einigen wenigen Drüsenzellen umgeben, an der anderen frei. (Fig. 11. 12.) Solche Anordnungen finden sich, weil entweder die Drüsenzellen an der einen Seite sich abgelöst haben oder eine centroacinaere Zelle mit zwei Bläschen in Verbindung stand. Einige Male sah ich auch eine grosse solche Zelle mit je einem Fortsatze in ein Drüsenbläschen eintreten, während ein dritter Fortsatz frei hervorstand, in welchem Falle natürlich die Bläschen unmittelbar an einander grenzten.

Die centroacinaeren Zellen sind im Allgemeinen spindelförmig und haben zwei Fortsätze (Fig. 17); es finden sich aber auch Zellen mit drei Ausläufern (Fig. 18) und in einzelnen Fällen geben die Hauptfortsätze noch kleinere Ausläufer ab. Von den zwei Hauptfortsätzen der Spindelzellen ragt einer in das Innere eines Drüsenbläschens und legt sich an die Drüsenzellen an, so dass man wie bemerkt nicht selten eine, zwei oder drei Drüsenzellen findet, die mit demselben zusammenhängen (Fig. 13. 14. 15. 16); der andere Fortsatz ist kürzer, breiter und mehr abgeplattet und steht häufig mit anderen Zellen in Verbindung, die ganz dieselben Charaktere wie die centroacinaeren Zellen haben. Die genannten Zellen besitzen einen grossen, ovalen, gleichartigen, jedoch in der Mitte mit einigen feinen Granulationen versehenen Kern, in dessen Gegend die Zelle am dicksten ist und eine mehr oder weniger ausgesprochene Auftreibung besitzt. Das Protoplasma der Zellen ist ebenfalls klar und zeigt nur in der Nähe des Kerns einige feine Körnchen.

In den Drüsenbläschen, in denen zwei oder drei Centralzellen enthalten sind, sowie in den Fällen, in denen die centralen Zellen zweier benachbarter Bläschen sich an einander legen, sieht man bei genauerer Betrachtung die Zellen so angeordnet, dass sie wie einen feinen Kanal zu begrenzen scheinen. Noch in anderen Präparaten gelingt es, die centralen Zellen im Zusammenhang mit anderen ganz ausserhalb der Bläschen gelegenen ähnlichen Zellen zu treffen, welche genau mit denen übereinstimmen, die das Epithel der feinsten Gänge bilden. Diese Gänge, von denen an mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten Präparaten sehr leicht grössere und kleinere Bruchstücke zur Anschauung kommen, bestehen aus spindelförmigen

Zellen mit ovalem Kern, die mit ihrem längeren Durchmesser der Längsachse des Kanales paralell laufen. (Fig. 20, 21, 22.) Die abgeplatteten Fortsätze dieser Zellen verbinden sich unter einander nach Art anderer Epithelien und die sehr grossen Kerne bewirken solche Hervorragung, dass die Aussenfläche dieser Kanäle wie höckerig erscheint.

Es ergibt sich somit aus diesen Erfahrungen, dass die centroacinaeren Zellen von Langerhans nichts Anderes als die Anfänge der grösseren Drüsengänge sind und dieselben mit den Drüsenbläschen in Verbindung setzen.

Verfolgt man die besprochenen Drüsengänge gegen die grössern Kanäle zu, so findet man, dass sie sich nach und nach vereinigend glattere und regelmässigere Umrisse annehmen; ihre Epithelzellen verkürzen sich und werden vieleckig ohne jedoch vorläufig eine ganz bestimmte Form anzunehmen, ja einige derselben zeigen noch Fortsätze, welche die Verbindung dieser Elemente unter einander inniger machen. In Müller'scher Flüssigkeit lösen sie sich nach 36 bis 48 Stunden von einander und zeigen dann scharfe Contouren, einen hellen Inhalt von schwach gelblicher Färbung und matt glänzendem Aussehen, und einen runden gleichartigen Kern.

Gegen die grösseren Gänge zu verlängern sich die genannten, polygonalen Zellen nach und nach in der Richtung des Querdurchmessers der Gänge und werden endlich zu einem echten Cylinderepithel. Als äussere Begrenzung besitzen die Ausführungsgänge eine bindegewebige Haut, welche an den grösseren Kanälen nach Einwirkung von Essigsäure kleine verlängerte Kerne zeigt. Die Epithelzellen der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen zeigen nach der Maceration in Müller'scher Flüssigkeit ein eigenthümliches Aussehen; dieselben isoliren sich in ganzen Reihen und zeigen dann den nach innen vom Kern befindlichen Theil glatt, während der äussere Abschnitt pinselförmig in Fibrillen zerspalten ist, welche selbst nicht selten in den oberflächlichen Zellentheilen über den Kern hinaus nach innen sich an's andere Ende der Zellen erstrecken. Ganz dasselbe Ansehen, nur weniger ausgesprochen, habe ich auch an den Epithelzellen der pancreatischen Gänge des Hundes gefunden, es war mir aber nicht möglich, im Pancreas des Kaninchens derartiges zu finden. Zum Schlusse erwähne ich noch gewisser kleiner, polygonaler, homogener und glänzender (von Langerhans im Pancreas des Kaninchens) aufgefundener Zellen mit rundlichem Kern.

von denen derselbe keine Deutung gab; auch ich beobachtete solche Zellen nach 24—48stündiger Behandlung des Pancreas mit Müller'scher Flüssigkeit, überzeugte mich jedoch, dass dieselben die nämlichen Eigenschaften besitzen, wie die Uebergangsepithelien der kleinen Ausführungsgänge. Ich bin daher überzeugt, dass ein Theil, wo nicht alle diese Zellen, nichts Anderes sind, als das Epithel der Gänge zweiter Ordnung, um so mehr als ich dieselben auch zu halben und ganzen Kanälen vereinigt fand. —

Zum Schlusse meiner Mittheilung erlaube ich mir, dem Herrn Prof. Kölliker für seine freundliche Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszudrücken.

Nachtrag.

Seit Herr Prof. Kölliker die Freundlichkeit hatte, die Ergebnisse meiner Untersuchungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft von Würzburg in ihrer Sitzung vom 22. Mai mitzutheilen (siehe neue Würzburger Zeitung, No. 159, 11. Juni 1869), ist mir ein Bericht meines Landsmanns und Freundes Giannuzzi zu Gesicht gekommen, den derselbe am 31. Mai der Pariser Akademie vorgelegt hat. Giannuzzi hat das Pancreas des Hundes mit Hülfe des Ludwig'schen Apparates unter einem Druck von 9—10 Cm. eingespritzt, und seinen Angaben zufolge ein Netz von feinsten Drüsenkanälchen gefüllt, welches mit dem von mir beobachteten identisch zu sein scheint. Bezüglich der Frage, ob die pancreatischen Bläschen eine Hülle besitzen, kann ich nicht mit Giannuzzi übereinstimmen, der eine solche vollständig leugnet; indem ich im Pancreas der Ratte (Fig. 23), des Hundes und auch des Kaninchens, obgleich hier weniger entwickelt, ganz bestimmt eine Umhüllungsmembran wahrgenommen habe. Dieselbe erschien homogen, zeigte jedoch hie und da Kerne, und besteht wahrscheinlich aus sternförmigen Zellen, ähnlich denen, welche Kölliker und Boll in den Speicheldrüsen, und Kölliker auch in der Niere und Leber als Umhüllung der Drüsenelemente gesehen haben.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXIII und XXIV.

Die Figuren 1—22 beziehen sich auf das Pancreas des Kaninchens; die Fig. 23 auf das Pancreas der Ratte. Fig. 1—5 sind 320mal, Fig. 6—22 430mal vergrössert.

Fig. 1. 2A. 2B. Feinste Drüsengänge einiger Drüsenbläschen mit Berliner Blau injicirt; a grösserer Ausführungsgang; b Hauptkanal eines Drüsenbläschens. Die mit c bezeichneten feineren Gänge liessen sich nicht mit Sicherheit als im Inneren von Drüsenbläschen befindlich erkennen.

Fig. 3. Drüsenbläschen mit dem peripherischen Netz von Drüsenkanälchen, welches in seinen Maschen je eine Drüsenzelle enthält.

Fig. 4. Ein ähnliches Drüsenbläschen unvollkommen injicirt, an dem leere Drüsenkanälchen als helle Striche wahrzunehmen sind.

Fig. 5. Zwei injicirte Drüsenbläschen ohne Centralkanal, bei denen das peripherische Netz unmittelbar in den Ausführungsgang a übergeht.

Fig. 6. 7. Segmente von Drüsenbläschen, in denen der Centralkanal sichtbar ist.

Fig. 8. Fragmente eines Drüsenbläschens mit einer centroacinaeren Zelle.

Fig. 9. Stückchen eines Drüsenläppchens mit einer theilweise hervorragenden centroacinaeren Zelle.

Fig. 10. Drüsenbläschen im scheinbaren Querschnitte mit einer centroacinaeren Zelle.

Fig. 11. 12. Drüsenbläschen mit mehreren centroacinaeren Zellen; bei Fig. 11 gehört eine solche Zelle einem benachbarten Läppchen an.

Fig. 13. 14. 15. 16. Centroacinaere Zellen in ihrer Verbindung mit Drüsenzellen.

Fig. 17. 18. 19. Centroacinaere Zellen isolirt mit zwei und drei Fortsätzen.

Fig. 20. 21. 22. Fragmente kleinster freier Ausführungsgänge.

Fig. 23. Ein Drüsenbläschen des Pancreas der Ratte mit Müller'scher Flüssigkeit behandelt; 320mal vergrössert; a Umhüllungsmembran; b Drüsenzellen, die meisten sind herausgefallen.

Die haaretragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken.

Von

Dr. W. Flemming

in Rostock.

Hierzu Taf. XXV.

Wenn man einer lebenden Pfahlmuschel ein Stück von dem ausgezackten hinteren Mantelrand abschneidet, welchen das Thier bei geöffneten Schalen frei ins Wasser hinausstreckt, und wenn man dasselbe in Seewasser bei einer nur 100—150facher Vergrösserung betrachtet: so sieht man zwischen den lebhaft schlagenden Flimmerhaaren der cylindrischen Epithelzellen eine beträchtliche Anzahl starrer, glänzender Spitzen hervorstehen, die Enden der Wimpern durchschnittlich um deren Hälfte überragend und an ihrer Bewegung keinen, höchstens einmal einen geringen passiven Antheil nehmend.

Diese Gebilde sind, soweit sie eben geschildert wurden, nichts Neues; zwar habe ich ihr Vorkommen bei Lamellibranchiaten noch nirgends erwähnt gefunden [1]), bei anderen Mollusken aber sind sie schon vor längerer Zeit Gegenstand kurzer Beachtung gewesen. Claparède erwähnte schon 1857 (Müll. Arch. p. 115 u. 130) eigenthümliche starre Borsten an den Fühlern von Neritina fluviatilis,

---

1) Leydig gedenkt einmal in seinem Lehrbuch d. Histologie, p. 102 in der Erklärung der Fig. 52, »längerer und kürzerer Cilien« an der Haut von Cyclas cornea. Die Figur könnte an das hier Beschriebene erinnern; da Leydig selbst aber nur von Cilien spricht und sie mit den im gleichen Werk beschriebenen Borsten bei Limnaeus nicht in Beziehung bringt, so darf ich wohl nicht vermuthen, dass hier etwas, unserem Object Analoges zu Grunde lag.

welche länger als die Cilien der übrigen Leibesfläche, unbeweglich, und oft an der Spitze wie zerfasert erscheinen, welche er den von Max Schultze bei Turbellarien entdeckten Stacheln ähnlich fand und entweder als Selbstvertheidigungs- oder als Tastorgane betrachten zu können glaubt. Etwa gleichzeitig beschrieb Leydig (Lehrb. der Hist. 1857, p. 106) an den Tentakeln und dem Fussrand von Lymnaeus stagnalis zwischen den Cilien vorkommende Borsten, unbeweglich, hell, dicker und ungefähr gleich lang, wie jene.

Bei diesen vereinzelten Notizen über die fraglichen Gebilde ist es bis auf die neueste Zeit geblieben, bis zuerst Franz Boll in seinen »Beitr. zur vgl. Histiol. des Molluskentypus« (dies. Arch. 1869, Supplement p. 47 ff.) das allgemeine und sehr ausgedehnte Vorkommen derartiger Spitzen auf der Leibesfläche der Cephalophoren und Cephalopoden ermittelt hat. Er stellt über ihre Verbreitung fest, dass sie an den functionell differenzirten, besonders den zum Tasten dienenden Leibestheilen wie Fühlern, Armen, vorderen Mantel- und Fussrändern weit zahlreicher stehen als auf der Haut der übrigen Körpermasse.

Er nennt sie Borstenhaare und beschreibt sie (p. 49, Figg. 27, 25, 33) als solide, schlanke Spitzen oder Haare, welche, wie sich am Fühler von Aplysia feststellen liess, biegsam und passiv beweglich sind, und welche mit einer allmählich verbreiterten Basis auf der Cuticula zu stehen scheinen, in der That aber dieselbe durchboren. Der Autor bedauert, dass grosse Schwierigkeiten sich, namentlich am frischen Object, der Verfolgung dieser Gebilde in die Tiefe entgegenstellen; doch ist es ihm einmal durch Isolation gelungen, bei Arion ater ein derartiges Borstenhaar direct in eine spindelförmige, noch zwischen den indifferenten Epithelzellen sitzende Zelle übergehen zu sehen (Fig. 28). Den Zusammenhang dieser Zelle mit Nervenfasern glaubt Boll, aus der Analogie mit den borstentragenden Zellen im Gehörorgan der Heteropoden schliessen zu dürfen, an welchen er diesen Zusammenhang direct nachgewiesen hat. Uebrigens schliesst er, dass die Borstenhaare mit hoher Wahrscheinlichkeit die Vermittler des Tast- und Gefühlssinnes darstellen.

Was aus der bisherigen Literatur noch zu bemerken bleibt, wird passender an anderem Ort angeführt werden.

Dass die »Borstenhaare« der kopftragenden Weichthiere, von deren Literatur eben die Rede war, völlig dem entsprechen was im Eingang von der Pfahlmuschel erwähnt wurde; dies wird schwerlich

Jemandem zweifelhaft bleiben, der sie an beiden Orten genau vergleicht. Leider waren mir die Objecte, nach denen Boll gezeichnet hat, z. Th. (wie Aplysia, Octopus) nicht zugänglich, um auch hier die Identität festzustellen. Doch die von Claparède und Leydig erwähnten Borsten bei Lymnaeus und Neritina, welche Boll selbst mit den von ihm beschriebenen identificirt, kann ich mit völliger Sicherheit als Analogon derjenigen ansprechen, welche ich bei acephalen Mollusken sowohl, wie bei einer Reihe von Cephalophoren unten beschreiben werde. — Ich wollte dies deswegen voranschicken, weil meine Schilderung einigermassen von der der bisherigen Beobachter abweichen wird, und weil ich deshalb gleich dem Einwand begegnen möchte, als hätte ich etwas Andersartiges vor mir gehabt.

Betrachtet man nämlich eine der oben geschilderten Spitzen bei Mytilus — oder auch am abgeschnittenen Fühler einer beliebigen Wasserschnecke, z. B. Planorbis — mit einem stärkeren System (Hartnack imm. IX reicht schon in Verbindung mit Oc. I meistens aus): so fällt es bei vielen sofort, und bei gutem Licht und passender Zuhülfenahme schräger Beleuchtung bei den meisten auf (Fig. 1, 8, 13 o. a), dass sie keine soliden Borsten sind, sondern aus einer Anzahl aneinanderliegender feiner Härchen bestehen. Bei Einigen klaffen diese Härchen schon am überlebenden Object der Art auseinander, dass sich dies ohne weiteres demonstrirt; bei andern, wo sie eng aneinanderruhen, kann man es besonders durch genaue Betrachtung der Spitze ermitteln, an welcher einzelne Härchen fast immer weiter, als andere, hervorragen; einige kreuzen sich auch wohl schräg mit den übrigen. Auch an solchen Spitzen, die überhaupt sehr fein, und wo dies alles minder deutlich ist, spricht sich die Zusammensetzung derselben bei stärkeren Vergrösserungen durch eine Längsstreifung aus. Endlich aber kann man fast immer durch Zusatz eines Tropfens schwacher wässeriger Jodlösung, welche zugleich die Flimmerbewegung mit einem Schlag tödtet, erreichen, dass die Härchen, unter Aufgeben ihrer geradlinigen Starrheit, etwas auseinanderklaffen (Fig. 7) und so selber ihre Mehrfachheit darthun.

Lenkt man das Auge vom freien Rande der Mantelzacke — oder des Fühlers — weiter zurück auf das Object hinauf, um sich den Anblick der Borstenhaare oder Haarbündel, wie ich sie jetzt lieber nennen will, von oben, im optischen Querschnitt zu verschaffen: so sieht man — natürlich muss das Deckglas dabei hoch ge-

stützt und das Object nicht gedrückt sein — bei ganz hoher Einstellung, nachdem man über die feinen schwingenden Pünktchen heraufgerückt ist, welche die Querschnitte der Cilien darstellen, eine Anzahl glänzender, scharfbegrenzter Kreischen, deren einige, wie von dem Wimperspiel ein wenig mitbewegt, träge hin- und herschwingen: die optischen Querschnitte unserer Haarbündel. Und mit stärkerer Vergrösserung, oft schon mit Hartnack IX imm., 3. gelingt es diese Kreischen weiter in eine Anzahl von Pünktchen zu zerlegen, welche wieder den Querschnitten der einzelnen Haare entsprechen (Fig. 9 vom Planorbis vortex, Fig. 2 von Dreissenia).

Es ist vielleicht anzunehmen, dass die früheren Beobachter dieser Objecte dieselben niemals mit einer stärkeren Vergrösserung genauer untersucht haben, sonst würde ihnen wohl bereits die Mehrfachheit der Härchen aufgefallen sein. Claparède bemerkt in dieser Beziehung a. a. O. nur, dass »die Borsten manchmal an der Spitze wie zerfasert, ähnlich wie die oft zerfaserten Schleppfüsse bei Stylonychien erscheinen. Diese Beschaffenheit führte auf die Vermuthung, ob nicht diese dicken, spitzen Borsten aus zusammengebackenen dünneren Flimmercilien entstandene Truggebilde seien. Niemals aber konnte ein Bild gewonnen werden, das für diese Ansicht zu sprechen schien, und es musste angenommen werden, dass die mitunter zerzausten Spitzen gewisser Borsten irgend eine Verletzung erlitten hatten.« — Ich finde es nirgends so leicht wie bei Neritina, die einzelnen Haare, aus welchen die hier äusserst starken borstenartigen Bündel bestehen, zu erkennen; sie lassen sich schon bei 180facher Vergrösserung (Hartn. VII, 1) deutlich sondern (Fig. 4 und 5). — F. Boll giebt in Fig. 32 a. a. O. eine Abbildung des Fühlers von Carinaria, in welcher er denselben mit »Bündeln steifer Borstenhaare« besetzt darstellt. Wenn, wie ich nach der Abbildung vermuthen möchte, diese Bündel den bei Neritina u. a. vorkommenden, hier abgehandelten conform sind, so würde ich mich für die hier gegebene Darstellung erwünschter Weise bereits auf jene Figur Boll's berufen können. Da jedoch dieser Forscher bei allen übrigen Mollusken nur einzelner starrer Haare Erwähnung thut, und da ich selbst keine Carinaria untersuchen konnte, so darf ich nicht entscheiden ob nicht die Borstenbündel dieses Thiers vielleicht etwas Anderes, Eigenartiges darstellen und darf nicht mehr als jene Vermuthung wagen.

Zu viel weiterer Aufklärung über die Natur der Gebilde, we-

chen die Haarbündel aufsitzen, wird man am frischen Object nicht gelangen. Einzig das lässt sich öfter noch sehen, dass vom Fusse zwei, eine anscheinend kolbige Figur einschliessende Contoure in das Epithellager hineinziehen, und dass diese Stelle bei gewisser Einstellung etwas hervorglänzt. Aber zwischen der dichten Phalanx der noch dazu meist pigmenthaltigen Epithelien vermag auch die grösste Aufmerksamkeit nichts mehr über die Form des Dinges, das dort liegen mag, zu enträthseln.

Wäre der Weg zu weiterer Ermittlung hiemit abgeschnitten, und die Zusammensetzung der Borsten aus mehreren Haaren das Einzige, was sich dem bisher Bekannten hinzusetzen liesse: so bliebe einfach dies Factum zu notiren und es würde in der That, im vollsten Sinne des Worts, ein haarspaltendes Beginnen sein, wollte man demselben besondere Wichtigkeit beimessen und auch nur so viel, wie hier geschehen, darüber abhandeln. Aber es knüpfen sich daran weitere morphologische Eigenthümlichkeiten, welche aufs Ueberraschendste ins Auge springen, wenn man die »indifferenten« Epithelien von dem Grundgewebe entfernt und nur die Gebilde, welche die Haarbündel tragen, darauf sitzend erhält.

Dieser, vielleicht etwas ideal klingenden Anforderung lässt sich durch passende Macerationsmethoden Genüge thun. Das Mittel, welches mir bei einigen Weichthieren die vorzüglichsten, bei anderen freilich nur sehr mässige Erfolge lieferte, und für dessen Empfehlung ich deshalb mit Jedem, der Molluskenepithel studiren will, grossen Dank an F. Boll (l. c. p. 39) schulde — ist das zweifach chromsaure Kali, das für die Isolation der Zellen wie für die schönste Erhaltung ihrer Form zuweilen wahrhaft prachtvolle Resultate giebt. Die Objecte, an welchen man mit diesem Reagens ganz sicher geht, und welche ich Jedem zunächst empfehle, der sich aus eigner Anschauung mit dem unten Beschriebenen bekannt machen will — sind jedoch nur die Elatobranchier des Süsswassers, vor Allem die Najaden und Unioniden, auch Cyclas und Tichogonia. Man kann zur Isolation ihres Epithels, und mit grossem Vortheil für die Erhaltung der Zellformen, noch weit stärkere Lösungen als die von Boll empfohlene 1%tige anwenden: 4 bis selbst 6%; bei den schwächeren ist die Einwirkungsweise bei einer gewissen Zeitdauer der Maceration zwar die gleiche, dieser Zeitpunkt will aber sehr genau abgepasst sein und wird er überschritten, so erweichen die Zellen zu sehr. — Man überzeugt sich bei diesen Versuchen sehr

bald von dem Zutreffenden des Princips, das Max Schultze in seinen »Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut« (p. 85) empfiehlt: verhältnissmässig grosse Stücke einzulegen, um dadurch ein der Erhaltung feiner Formen günstiges Mischungsverhältniss von Colloid- und Crystalloid-Substanzen zu erzielen. Oft erhält man, wenn man eine ganze Muschel von 2—4" Länge in ca. 3 Unzen Flüssigkeit legt, nach 4—8 Tagen die schönsten Erfolge. Zuweilen macht sich die Maceration auch rascher; bestimmte Regeln sind für Isolationsbestrebungen ja leider überhaupt kaum aufzustellen und vieles Probiren bleibt Hauptsache. — Gewöhnliche Müller'sche Lösung leistet Aehnliches, wie das reine Kali bichromicum, in Bezug auf die Maceration, aber nicht Gleiches für die schöne Erhaltung der Zellen.

Es mag gestattet sein, von anderen Mollusken, bei denen die Isolation auf grössere Schwierigkeiten stösst, vor der Hand abzusehen und zunächst das zu schildern, was wir bei einer der genannten Süsswassermuscheln uns durch jenes Verfahren ziemlich mühelos vor Augen führen können.

Nehmen wir zum Object eine der zahlreichen Papillen, welche bei den Najaden und Unioniden den hinteren Mantelrand, um den »falschen Sipho« her, bei Tichogonia die Oeffnung des Sipho bekleiden, z. B. eine Mantelpapille von Anodonta piscinalis, und betrachten wir sie zunächst lebend abgeschnitten. Sie gewährt uns fast ganz das Bild, das die Fig. 2 von Tichogonia (Dreissenia) polymorpha zeigt; nur dass bei Anodonta die Cylinderepithelien kurze Wimpern tragen und stark braun pigmentirt sind. Zwischen denselben starren eine Menge jener glänzenden Spitzchen hervor, die hier kürzer, dicker sind wie bei Mytilus edulis, und besonders leicht sich aus mehreren Haaren zusammengesetzt kundgeben. Die Bündel sind hier oft so breit, dass ich anfangs glaubte, in ihnen die Enden von becherförmigen Organen vor mir zu haben, wie sie Boll in der Haut mehrerer Mollusken schildert, bis mich die Isolation eines anderen belehrte. Es ist noch zu bemerken, dass nicht bei jedem Thier und auch nicht an allen Papillen desselben Thiers die Bündel gleich zahlreich und gleich lang sind, manchmal sehr kurz und stumpf — wie abgenutzt — erscheinen. Auf einigen Papillen von Tichogonia, doch nie auf allen oder nur vielen desselben Thiers, fehlen sie ganz. Der optische Querschnitt des Bündels zeigt sich, bei der Dicke de-

selben und der Einzelhaare, besonders deutlich aus Pünktchen zusammengesetzt.

Schneiden wir nun die Papille statt von der lebenden, von der macerirten Teichmuschel. — Eine gute Maceration für unsern Zweck ist dann erreicht, wenn kein Zerzupfen mehr Noth thut, sondern durch schonendere mechanische Einwirkung schon das Epithel auseinanderstäubt. Trägt man eine so macerirte Papille vorsichtig mit spitzer Scheere ab, wälzt sie ein paar Male in einem Tropfen der Lösung, überträgt sie mit dem Messer einige Male in einen frischen Tropfen und lässt dann leicht das Deckglas darüber fallen: so hat man damit meist die gelockerten Cylinderzellen entfernt, die fester haftenden Epithelialelemente noch in situ behalten, und bekommt ein Bild, wie es in Fig. 12 gezeichnet ist.

Aus dem Gewebe der Papille ragt ein Wald eigenthümlicher Gebilde hervor, die schon durch ihre geringere Grösse sich sofort als etwas von den cylindrischen Flimmerzellen Verschiedenes darstellen. Es sind langgestreckte, glänzende Cylinder, im Querschnitt rund oder leicht oval, viele fadenartig dünn, bis unter 0,004 mm. Dicke herab; sie verdicken sich gegen ihr Ende allmählich, einige plötzlicher, zu einem Köpfchen, das bald mehr langgestreckte, bald mehr kurze Spindelgestalt hat; doch die Spindel läuft am Ende nicht spitz aus, sondern endet wie glatt in einer Ebene abgeschnitten, und hier trägt dieselbe eine wechselnde Anzahl glänzender Härchen, durchaus entsprechend den Haarbündeln, die wir aus dem Epithel der lebenden Papille ragen sahen.

Wollte man Letzteres noch bezweifeln, so braucht man nur statt einer ganz »abgestäubten« — wie ich wohl kurz sagen darf —, eine halbmacerirte Papille zu betrachten, an der die Wimperepithelien grossentheils noch festsitzen (Fig. 11), und sie mit dem Bild des lebenden zu confrontiren. Man sieht hier die eben beschriebenen Gebilde halb isolirt zwischen den Epithelien und erkennt in ihnen die unzweifelhaften Träger der Haarbündel, welche an gut conservirten Präparaten, wie es das gezeichnete war, noch zum Theil fest an einander liegen und völlig so aussehen, wie die starren Haarbündel an der frischen Papille.

Es könnte freilich fast scheinen, als sei die Zahl der Köpfchen mit den Haarspitzen am macerirten Object grösser, als die der Haarbündel am frischen; aber dies erscheint nicht mehr so, wenn man erwägt, dass man am letzteren nur die Spitzen deutlich hat, wel-

che das Profil der Papille überragen; während am ersteren, durch das Wegfallen der Epithelien, eine grössere Anzahl vorher verdeckter zu Gesicht kommen muss.

Klopft man mit der Nadel auf das Deckglas, so schwingen und flottiren die Köpfchen an ihren Stielen, von den entstandenen Strömungen geschaukelt, hin und her und brechen theilweise ab; und durch anhaltendes Klopfen, durch öfteres, leichtes Fallenlassen des Deckglases oder durch vorsichtiges Zerzupfen kann man das Gewirr von Stielen auf der Papille hinreichend lichten, um auch über den unteren Theil der Zellen — denn Zellen sind es, wie sich ergeben wird — ins Klare zu kommen, indem man jetzt einzelne derselben ganz isolirt vor Augen erhält (Fig. 12) [1]).

Man sieht, dass der Stiel nach unten zu einem, bei guter Erhaltung länglich zwiebelförmigen Gebilde aufsitzt, das aus dem Bindegewebe der Papille etwas vorragt, — denn von einer differenzirten Cutis kann man hier nicht reden —; das Epithel sitzt unmittelbar auf dem muskelhaltigen gallertigen Bindegewebe, welches die Papille, wie den ganzen Mantel constituirt. Jene Zwiebel hat einen augenfälligen, grossen Kern, in dem meist ein grösseres Kernkörperchen und an dessen Umfang noch eine Anzahl kleinerer, glänzender Körner zu erkennen ist. Bei schlechter Conservation, oft auch schon bei solcher, wo Köpfchen, Stiel und Haare gut erhalten sind, ist die Zwiebel geschrumpft oder gequollen, von mehr unregelmässiger, eckiger Gestalt, immer aber der Kern deutlich.

Ob und wie sich das Ding weiter in die Tiefe fortsetzt, das lässt die Opacität des Gewebes, seine zahlreichen Bindegewebskerne, Muskeln etc. zwar nicht in situ sehen; aber durch vorsichtige, weitere Isolation gelingt es öfters, ein ganzes solches Ding so hervorgezerrt zu bekommen, dass es noch an dem Grundgewebe festhängt (Fig. 12 u. A.). Hier zeigt sich nun, dass sich der zwiebelförmige Fusstheil der Zelle in einen feinen Faden fortsetzt, der sich oft, ohne zu reissen, lang aus dem Gewebe hervorziehen lässt. Ich bemerke gleich, dass diese Behauptung nicht etwa auf vereinzelte

1) Die Fig. 12, welche einer so behandelten Papille entspricht, habe ich gleichwohl, um zuviele Zeichnungen zu vermeiden, schon der letzten Beschreibung zum Geleit gegeben: sie entspricht ihr in so fern nicht ganz, als man ohne weitere Isolation durch Klopfen, Zerzupfen etc. nicht so viel Zellen ganz frei isolirt sehen würde, wie sie hier gezeichnet sind.

sondern auf vielfach gewonnene Präparate sicher begründet ist. Allerdings könnte es misslich scheinen, an dem so bearbeiteten Object unter dem Gewirre der vielen, noch anhaftenden Zellen und den Fädchen, daran sie hängen, einen Faden so deutlich zu verfolgen, wie er in der Fig. gezeichnet ist. Und doch ist dies leicht: man braucht nur sanft auf das Deckglas zu klopfen, und die Zelle schwingt an ihrem Faden der Art hin und her, dass an der Mitbewegung des letzteren der Zusammenhang völlig deutlich wird. Noch mehr: die Zelle zerrt bei fortgesetztem Klopfen durch ihr Flottiren den Faden immer weiter heraus, und man kann ihn auf diese schonende Weise bis zur Länge von über 0,08 mm. darstellen, bis er einmal abreisst.

Nachdem man sich so, noch halb in situ, von diesem Verhalten überzeugt hat, kann man es sich bequemer machen und braucht nur an einem vorsichtig zerzupften Präparat die herumschwimmenden Zellen zu durchmustern: man findet unter ihnen, neben einer Menge abgebrochner Köpfchen, eine Anzahl solcher, die noch mit Stiel und Fusstheil zusammenhängen und darunter wieder manche, die am letzteren noch ein kürzeres oder längeres Ende des Fadens hängen haben (Fig. 20 u. A.).

Sieht man von letzterem ab, so hat das ganze Ding Aehnlichkeit in der Form mit einem am Stielende kolbig verdickten Pinsel, und ich will es daher, zum Unterschied von den übrigen Zellen der Oberhaut, im Folgenden als »pinselförmige Zelle« bezeichnen.

Ein Blick auf jene, auf die noch anhaftenden oder in der Flüssigkeit schwimmenden Flimmerepithelien, genügt, um ihre Verschiedenheit von den pinselförmigen Zellen darzuthun. Sie sind alle grösser als die grössten unter diesen; sie führen vor ihrem Kern oder um denselben braunes Pigment, während in diesen keins, oder nur wenige Körnchen sich finden. Die Flimmerzellen haben einen blassen, bei dieser Behandlungsweise undeutlich gewordenen Kern, die Pinselzellen einen mit glänzenden Körnchen gefüllten, scharf hervortretenden; jene zeigen am Fussende die von Boll treffend gezeichneten (a. a. O. Fig. 34, 35, 23 u. a., meine Fig. 12, 20 i, p), ästigen Ausläufer ihres Protoplasma, nie läuft dieses Ende, wie bei den Pinselzellen, nach vorheriger Kernanschwellung in einen langen fadenartigen Fortsatz aus. Vor allem aber wird der Unterschied hier, bei den Süsswasserbivalven, dadurch prägnant, dass bei dem gleichen Macerationsgrad, wo die Pinselzellen gut erhalten, scharf und glänzend sich zeigen, die Flimmerzellen trübe, etwas gequollen

erscheinen; ihr vorderes Ende mit dem Cuticularsaum rundlich hervorgebaucht, statt wie bei den Pinselzellen glatt abgeschnitten; und die Wimpern ganz abgefallen oder körnig, verschlungen, zerknittert und zerzaust, während bei den Pinseln die Härchen glatt und starr erhalten sind [1]). Die Figg. (11, 12, 20 a—k u. a.) sollen versuchen dies Verhalten möglichst treu darzustellen.

Bei andern Süsswassermuscheln, wie Tichogonia, wo an den Siphopapillen den Cylinderepithelien die Wimpern fehlen, ist der Unterschied dadurch noch augenfälliger gegeben: es gibt hier überhaupt keine andern haartragenden Gebilde im Epithel, als die Pinselzellen (vgl. Fig. 2 und 3). — Mit dem Allen wird, hoffe ich, genügend der Verdacht abgeschnitten sein, dass ich mich etwa einer Verwechselung mit Flimmerepithelien schuldig gemacht hätte. —

Ich werde am Bequemsten thun, hier gleich anzuschliessen, was sich bei den bisher besprochenen Lamellibranchiern über den feineren Bau unserer Zellen noch ermitteln liess; denn bei anderen Mollusken verhalten sich dieselben sehr ähnlich, und ich kann, bei deren unten zu gebender Beschreibung, mich dann kürzer fassen. — Bei Anodonta piscinalis und anatina, wie durchaus ähnlich bei Unio tumidus, finden sich die grössesten Pinselzellen unter allen hier untersuchten Mollusken, und sie variiren zugleich hier am meisten in ihrer Grösse und der Länge der Stiele. Die Länge der Zelle vom Fuss der Haare bis zum Ansatz des Fadens an den Fusstheil beträgt von 0,025 bis selbst 0,070 mm., wo sie sehr lang ist, kommt immer die grösseste Länge auf den Stiel; die des Köpfchens, wo es abgesetzt erscheint, ca 0,006—0,009 mm., die Dicke desselben von 0,0020—0,0045 mm. Die Dicke des Stiels schwankt zwischen 0,001 und 0,003 mm.; der Kern ist fast immer elliptisch, bis 0,007 mm. lang. Der feine Faden, an dem die Zelle hängt, konnte bis auf 0,08 mm. Länge isolirt werden. Er ist oft fast bis zum Unmessbaren dünn, sicher kaum je über 0,0015 mm. dick; doch zeigt er häufig kleine, bald mehr, bald weniger regelmässige Anschwellungen, die freilich bei seiner Feinheit überhaupt fast punktförmig erscheinen.

Da die Länge der Flimmerepithelien nicht über 0,03 mm. beträgt, manche Pinselzellen aber länger sind, und ihre Haarbündel während des Lebens doch alle im Niveau mit dem Cuticularsaum

1) Bei schlechten Macerationen trifft man natürlich auch Pinselzellen, deren Härchen gleichfalls abgefallen sind.

hervorstehen; so wird man annehmen müssen, dass nicht alle die Kerne der letzteren im Epithel liegen, sondern viele tiefer im Bindegewebe stecken.

Die Härchen, welche nach der Behandlung mit chromsaurem Kali selten mehr aneinanderliegend, sondern divergirend erscheinen, überragen das Zellenende um 0,005—0,008 mm. Dieses in einer Ebene abfallende Zellenende hat dort, wo die Haare es verlassen, einen etwas auswärts gekrempten, glänzenden Saum (Fig. 19, a, 1), welcher einem Cuticularsaum zu entsprechen scheint — er liegt ja auch mit der Cuticulardecke der übrigen Epithelien in einer Ebene. Er wird von den Haaren durchbohrt, wie man bei stärkster Vergr. — eine Gundlach'sche Tauchlinse Nr. IX, die ich durch Herrn Prof. Schulze's Güte benutzen konnte, leistete an einem Hartnack'schen Stativ und mit dessen Ocular I sehr gute Dienste — ganz sicher constatirt; auch differenziren sich die Haare deutlich eine Strecke weit in die Zelle hinein, wie das von den Cilien der Flimmerzellen (Eberth, Marchi, Boll) ebenfalls mitgetheilt wird. Es macht manchmal den Eindruck, als sei das Köpfchen hohl, wie eine Glocke, aus welcher das Haarbündel, dem Schwengel entsprechend, hervorstehe; doch mit Sicherheit konnte ich das nirgends feststellen. Am deutlichsten markirt sich das Hineintreten der Haare an Präparaten, welche nach geschehener Abstäubung des Epithels in Osmiumsäure von 1 p. mill. gelegt waren, bis sie dunkelbraun aussahen: obwohl dabei das Protoplasma durch Schrumpfung verunstaltet, der Stiel oft schraubenförmig gewunden aussieht (Fig. 19 g, h). Ein Kern wird in dem Köpfchen nie, auch nicht auf Essigsäurezusatz sichtbar; nur manchmal zeigt sich (Fig. 19 b, f) um die hineindringenden Füsse der Härchen herum etwas körnige Masse, gleich als läge dort um diese her noch irgend ein differenzirtes, axiales Gebilde; doch kann ich nicht entscheiden, wie viel von dieser Erscheinung künstlich durch das Macerationsmittel hervorgebracht sein mag. Sonst ist die Substanz des Köpfchens und Stiels an Kalipräparaten gleichmässig lichtbrechend, hie und da blasse Körnchen enthaltend; in einigen Zellen finden sich (Fig. 19 b, d) im Köpfchen, öfter nur äusserlich anhaftend, oder auch vor dem Kern einige dunklere Pigmentkörner. — Die weiteren Körnchen, welche um den Kern herum, zum Theil noch in dessen Substanz zu liegen scheinen — bei scharfer Einstellung auf den Nucleolus sieht man wenigstens immer auch Einige derselben scharf — sind jedenfalls keine Farb-

stoffmoleküle, sie stellen sich glänzend und ungefärbt dar. — Ob vom Kern aus irgend ein differenzirter, axialer Theil sich nach vorn fortsetzt und im Köpfchen dann in die Haare übergeht, vermag ich nicht zu entscheiden; deutlich zu sehen ist Nichts der Art, und ebensowenig lassen sich die Haare sehr weit gegen den Kern zu, niemals durch den ganzen Stiel hindurch gesondert verfolgen. — Es bleibt immer möglich, dass wir es hier mit einem, eine Fortsetzung des Kerns bildenden Axengebilde, das dann nur von einer Art Protoplasmamantel umhüllt wäre, zu thun haben; jedenfalls konnte dies nicht optisch festgestellt werden und ebenso möglich bleibt, dass vor dem Kern das Zellprotoplasma homogen ist und sich erst in den Köpfchen zu den Haaren differenzirt.

Der feine Faden inserirt sich nicht immer grade an der untersten Spitze der Fusszwiebel, sondern oft seitlich (Fig. 19 e, f). Zuweilen erschien es (Fig. 19 a), als setze er sich durch das Protoplasma des unteren Zellenendes bis an den Kern oder gar in denselben hinein fort, doch will ich darüber Nichts mit Sicherheit aussagen: das Protoplasma um den Kern — oder wenn eine Membran vorhanden sein sollte, diese — ist an diesen Macerationspräparaten meistens etwas geschrumpft und gefaltet, und es kann bei der Zartheit der Objecte und bei den starken und lichtraubenden Vergrösserungen, welche man zur Enthüllung ihres Details anwenden muss, leicht eine solche Fältelung einen Fortsatz der Faser vortäuschen.

Feinere Strukturverhältnisse an dem Faden selbst wahrzunehmen, war mit den mir zu Gebote stehenden optischen Mitteln nicht möglich.

Diese Zellen kommen nun nicht bloss auf den Papillen des Mantels und der Siphonen vor, welche bisher unsere Objecte bildeten; nur finden sie sich hier und am hinteren Mantelrande bei Weitem am zahlreichsten. Schon spärlicher trifft man sie — das Gleiche gilt auch für die unten zu besprechenden Seemuscheln — in der Umgebung der Kloake, am vorderen Theil des Mantelrandes, auf den Mundlappen, noch minder häufig am Fuss — wo ich ihr Vorkommen jedoch bei Mytilus, Tichogonia und Mya truncata sicher constatiren konnte — endlich auch an der Innenfläche des Mantels. Hier, wie an der Hauptmasse des Fusses, in der Umgebung des Mundes, wo überhaupt die Präparation schwieriger ist, habe ich noch nicht jede Stelle der Epitheldecke durchsuchen können.

Eigenthümlich ist das Verhalten an den Kiemen. Auf den

Flächen der Kiemenblätter, wo deren Stäbchen ihre Reihen von eigenartigen Flimmerzellen tragen, trifft man keine Spur von pinselförmigen Zellen. Aber am freien unteren Rand der Kiemenblätter, wo die Stäbchen an ihren kolbigen Endanschwellungen die Rinne führen, in welcher entlang ein constanter Wasserstrom gegen den Mund gewimpert wird: hier findet man bei Tichogonia, Mytilus, Mya u. A. auf vielen der kolbigen Stäbchenenden je eins, oder mehrere sehr lange, schlanke Haarbündel frei in jenen Wasserstrom hinausragen (Fig. 6). Am dichtesten stehen sie auch hier gegen das hintere Ende der Kiemen zu. An ihnen lässt sich nun sehr deutlich sehen, was Boll einmal auch an den Borstenhaaren am Fühler von Aplysia beobachtet hat: dass sie biegsam sind und durch den Wimperschlag mitbewegt werden können. Diese schlanken Bündel eng zusammenliegender Härchen nämlich schwingen und tanzen ab und zu auf das Lebhafteste, so lange die Wimperung um sie her im Gange ist, wobei sich von Zeit zu Zeit ein einzelnes Härchen seitlich loszweigt und damit schon kundgiebt, dass man eben kein solides Borstenhaar, sondern ein Bündel vor sich hat; Jodzusatz lehrt dies übrigens hier aufs Augenfälligste (vgl. Fig. 7). — An eine Eigenbewegung ist dabei sicher nicht zu denken; das Schwingen macht durchaus den Eindruck eines passiven Herumgeschleudertwerdens durch das, in seiner Lebhaftigkeit wechselnde Wimperspiel; wenn dieses auf eine Zeit lang schwächer wird, so stehen auch die Haarbündel so lange still und starr. Auch am Mantelrand von Mytilus kann man Aehnliches, doch minder ausgesprochen, beobachten; es ist eben die Flimmerbewegung an keinem Ort in der Molluskenhaut so energisch, wie an den Kiemen, und dies erklärt die Erscheinung.

Bei Unio sind die Haarbündel an diesen Stellen der Kiemen ebenso vorhanden, aber minder lang, sie sehen hier grade so aus, wie an den Mantelpapillen. Bei Anodonta werden sie wohl gleichfalls dort zu finden sein, verstecken sich aber in den langen Wimpern so, dass ich sie noch nicht ermitteln konnte.

Nicht so leicht, wie bei den Lamellibranchiaten des Süsswassers, ist die Isolation der pinselförmigen Zellen bei anderen Mollusken. Ich habe über das Wechselnde der Macerationserfolge hinreichend trübe Erfahrungen gemacht, um zu wissen, wie sehr sie von Zufälligkeiten abhängen können; da es mir aber sowohl bei den See-Bivalven, als bei den Cephalophoren des See- und Süsswassers und den Landschnecken nie gelungen ist mit denselben Lösungen,

bei gleichen Bedingungen wie: Einwirkungszeit, Verhältniss des Eingelegten zur Flüssigkeitsmasse, und bei wahrlich vielen Versuchen — gleich schöne Resultate mit Kali bichromicum zu erzielen wie bei den Süsswassermuscheln, so muss ich dies wohl auf eine im Object liegende Ursache schieben. Es scheint, dass eine sehr dichte Flimmerdecke, oder ein sehr starker Cuticularsaum dieser Art der Maceration hemmend entgegentritt; da Beides sich bei den Seemuscheln, den Prosobranchiern und Schnecken zu finden pflegt, so darf man vielleicht hier die Ursache suchen. — Boll's Empfehlung des einprocentigen Kali bichrom. für die Epithelien der Cephalophoren ist zwar durchaus gerechtfertigt, insoweit es sich darum handelt, das Epithel abzuheben und durch sorgfältiges Zerzupfen gut erhaltene Zellen daraus zu isoliren; aber letzteres Verfahren ist für unsern Zweck zu summarisch, auch die vorsichtigste Zerzupfung reisst die Pinselzellen mit ab und maltraitirt sie so, dass von einer überzeugenden Beobachtung in situ kaum die Rede sein kann. Eben so wenig nützten mir die andern von Boll empfohlenen Reagentien: die kalt concentrirte Oxalsäure, welche nach dessen Angaben zu energisch macerirt, härtete mir im Gegentheil das Gewebe und liess, bei der verschiedensten Einwirkungszeit, das Epithel ungelockert. Die Mischung der Oxalsäure mit Jodserum macerirte freilich, erhielt aber die Zellenformen sehr mangelhaft, noch mehr war das bei reinem Jodserum der Fall. Nicht besser halfen mir andre Mittel, Moleschott'sche Kalilösung, Jodserum-Glycerin, die M. Schultze'schen schwachen Chromsäurelösungen u. a. m. — Die besten und die einzigen wahrhaft schönen Erfolge hatte ich mit einer Mischung von Jodserum und Müller'scher Lösung, oder gleich gut mit 2%igem Kali bichromicum, welche ich der Anregung des Hrn. Prof. F. E. Schulze verdanke, und in dem Verhältniss von 6 Th. Jodserum zu 4 Th. Kali bichrom., bis zu halb und halb hinauf, am Besten fand; die Erfolge schwanken unter völlig unberechenbaren Einflüssen zu sehr, als dass sich engere Grenzen stecken liessen. — Da man, Dank dem Jodserum, hier schon Colloidstoffe in der Flüssigkeit hat, so braucht man dafür nicht erst durch Einlegen grösserer Stücke zu sorgen und kann bequemer Weise kleine abgeschnittene Theile wie Fühler, Papillen, für sich maceriren. Die erforderliche Einwirkungszeit schwankt zwischen 8 bis selbst 36 und mehr Stunden und man muss sich hier noch mehr, wie bei den meisten Isolationsversuchen, manches vergebliche Probiren gefallen lassen.

Dafür belohnt aber der Erfolg; denn man erhält durch dieses Verfahren bei Elatobranchiern, wie Cephalophoren, an den Orten, wo man im Leben die Haarbündel antrifft, wieder die Träger derselben in Gestalt von pinselförmigen Zellen isolirt, ganz denen entsprechend, welche wir oben bei den Süsswassermuscheln kennen gelernt haben. Freilich erzielt man seltener so vollendet schöne Conservationen, wie bei diesen mit Kali bichromicum; die Zellen werden durch das Jodserumgemisch leichter verstümmelt, verquollen, und ihre Härchen bleiben nicht immer erhalten. Wo dies alles aber noch in erwünschtem Zustand blieb, sind die Epithelien doch nicht so leicht, wie dort, abzustäuben und man muss etwas mit der Nadel oder der Glasspitze nachhelfen, was für unsern Zweck grosse Vorsicht erfordert. Doch wie gesagt, die Resultate sind völlig genügend. Eine Mantelzacke von Mytilus oder ein Fühler von Planorbis sind die Objecte, an denen ich sie immer noch am Leichtesten gewonnen habe.

Bei Mytilus edulis finden sich die pinselförmigen Zellen (Fig. 18) ganz ähnlich in der Körperdecke verbreitet, wie bei den Najaden und Unioniden; den Mantelrandpapillen dieser Muscheln entsprechen hier, als häufigster Fundort jener Zellen, wie ja auch morphologisch, die zahlreichen Zacken des ganzen hinteren Mantelrandes, an denen wir ihren Haarspitzen schon im Eingang begegneten. Die Zellen sind hier kleiner, wie bei jenen Muscheln, wie das auch bei den übrigen Epithelzellen je an entsprechenden Orten der Fall ist; das Köpfchen, das sich meistens mit starker Anschwellung hervorhebt und mehr kegelförmige Gestalt hat, ist selten über 0,0025 mm. dick oder über 0,0035 mm. lang, die Haare sind fast überall länger und meist feiner, wie bei den Süsswasserbivalven; die Stiele dünn und die Kerne gewöhnlich kleiner. Pigment fand ich nur selten und wenig am Kern, manchmal ein paar Körnchen dem Stiel oder Köpfchen äusserlich anhaftend.

Aus der Zahl der Siphoniden konnte ich nur Mya truncata genauer untersuchen, welche bezüglich der übrigen Hautstellen, nichts vom Gesagten Abweichendes bietend, einzig am Sipho ein eigenthümliches Verhalten zeigt. Am Ende um die Kiemenöffnung desselben stehen eine Menge flimmerloser, nur schwach pigmentirter und sehr stark contractiler Papillen, welche bei ausgestrecktem Sipho sich weit hervorschieben und, wie tastend, im Wasser umherlangen. Da sie den gleichen Papillen der kurz-siphonigen Muscheln (Dreis-

sensia, Fig. 2) sehr ähnlich sind, so war ich um so mehr erstaunt, an ihnen nicht nur im contrahirten Zustand, sondern auch im ausgestreckten (eine kleine Mya lässt sich ganz gut lebend unter dem Mikroskop beobachten) keine Spur von Haarbündeln oder sonstigen Spitzen den glatten Cuticularsaum überragen zu sehen. Die Isolation, welche hier äusserst schwer und nur mit fast reinem Jodserum, dem wenige Tropfen Kal. bichrom. zugesetzt sind, zu machen war, zeigte gleichwohl zwischen den Cylinderepithelien ganz ähnliche Gebilde, wie die beschriebenen Pinselzellen — nur dass ihnen die Härchen fehlen (Fig. 15). Es ist zwar wohl möglich, dass ganz kurze Haarspitzen, welche den Cuticularsaum im Leben nicht überragen, aus dem Köpfchen vorstehen mögen, derartiges liess sich aber bei der hier nothwendigen, energischen Maceration nicht erhalten und nur manchmal zeigte sich an der Endfläche des Köpfchens etwas verschwommene, vielleicht nur hervorgequollene Masse. Da Mya übrigens ihren Sipho oft förmlich in Schlamm oder Sand hineinsteckt, so würden längere Haarspitzen diesen Insulten leicht zum Opfer fallen. Bei Tellina scheint es sich ähnlich zu verhalten.

Indem ich mich jetzt zu den cephalophoren Mollusken wende, zwingen mich leider die Lücken meines Materials, mehrere Ordnungen derselben, die Pteropoden, Opisthobranchier und Heteropoden zu überspringen und gleich bei den Prosobranchiern anzulangen. Trotz dieses Sprunges finden wir unsere Zellen hier in einer Form wieder, welche der bei den Acephalen beschriebenen bis zum Verwechseln ähnlich ist. Von dem Verhalten der Haarbündel im Leben und ihrer Zusammensetzung kann man sich nirgends so leicht überzeugen, wie an dem abgeschnittenen Fühler einer Neritina fluviatilis (Fig. 4 u. 5) [1]) oder Paludina impura. Die Zellen, welche man als deren Trä-

---

1) Claparède (a. a. O. p. 130) lässt es unentschieden, ob die Borsten der Neritinenfühler bei gewöhnlichem Zustande zurückgezogen bleiben und erst bei contrahirtem hervorgestossen werden. — Lässt man eine kleine Neritina in einem Wassertropfen an eine dünne Glasplatte kriechen, so kann man sie, Schale nach unten, bequem in den Focus des Mikroskops bringen und sieht, wenn sie die Fühler einmal nicht stark bewegt, sehr deutlich, dass auch bei längster Ausstreckung derselben die Haarbündel gerade so hervorstarren, wie während der Contraction. — Die Fühler sind flimmerlos, wie Claparède mit Recht gegenüber Moquin-Tandon angiebt; nur zuweilen finden sich, nicht bei jedem Thier, am Fuss der Fühler kleine flimmernde Inseln, deren

ger mit dem Jodserumgemisch darstellt, zeigen sich durchaus den früher beschriebenen entsprechend; nur manchmal wie am Fühler von Neritina (Fig. 20 p) sind sie von mehr gedrungener, fast flaschenförmiger Gestalt — von einer Verwechselung mit Flimmerzellen kann hier deshalb nicht die Rede sein, weil (s. Anm. p. 430) an diesem Orte keine Flimmern vorkommen. Bei andern Thieren, wie Paludina vivipara und impura, Litorina litorea und Rissoa, nähern sich die Zellen in ihrer Gestalt noch mehr den bei Mytilus beschriebenen.

Ganz Gleiches finden wir wieder bei den Wasserpulmonaten. Eine der zwerghaften Planorbis-Arten (z. B. vortex) ist mit das schönste Object, um am ganz in den Focus gebrachten Thier oder am abgeschnittenen Kopf die Haarbündel der Fühler während des Lebens zu betrachten (Fig. 8, 9). Sie sind nicht so massig wie bei Neritina, aber trotz ihrer Dünne lässt sich auch noch hier bei genauer Einstellung, die Zusammensetzung des optischen Querschnittes aus Pünktchen darthun und von der Spitze an, bei successiv tieferer Einstellung, nach unten verfolgen. Die Fühler und Mantelränder der Planorbis-Arten (corneus, marginatus, carinatus, vortex) sind besonders reich an Borstenbündeln. Doch nahezu so häufig findet man sie auch bei Lymnaeus stagnalis (Fig. 13) und ovatus, Physa hypnorum und fontinalis und anderen im Wasser lebenden Lungenschnecken. Bei manchen, und zwar besonders bei alten Individuen von Lymnaeus, Planorbis, auch Paludina zeigen sich die Bündel übrigens besonders kurz und abgestutzt, so dass man sie zwischen den längern Flimmern nur mit Mühe entdeckt. Sie verbergen sich deshalb, wenn die Flimmerbewegung still steht oder durch Reagentien sistirt ist, ganz zwischen den Wimpern; so lange aber diese noch schlagen, markiren sie sich sehr deutlich durch ihre Ruhe und man kann an ihren Spitzen, wenn sie ab und zu von Flimmern unverdeckt sind (Fig. 13), sehr gut ihre Zusammengesetztheit sehen. Zugleich will ich aber mit Rücksicht auf Fig. 13 bemerken, dass am Fühler von Lymnaeus nicht immer die dort gezeichneten Flimmerhaare zu finden sind, sondern öfter auf grösseren Strecken seiner Oberfläche fehlen, welche dann nur von den

---

Cilien aber stets weit kürzer sind, als die Haarbündel; Aehnliches hat Boll von Ancylus lacustris mitgetheilt.

kurzen, stumpfen starren Haarbündeln überragt werden. Die Formen der Pinselzellen bei den genannten Schnecken weichen so wenig von dem früher Geschilderten ab, dass ich auf die Figg. (10, 14, 21) verweisen kann. Zu bemerken bleibt nur, namentlich für Lymnaeus, dass die Stiele hier öfter eine sehr bedeutende Länge zeigen, indem sie an Macerationspräparaten sich bis auf 0,03 Mm. lang darstellen; so dass die Kerne hier jedenfalls oft tief im Gewebe stecken.

Die Verbreitung an der Oberfläche des Cephalophorenkörpers ist, wie es Boll in Bezug auf die Borstenhaare durchaus zutreffend angiebt, der Art, dass man die Pinselzellen überall am dichtesten stehend an dessen Fühlern antrifft, demnächst am vorderen Mantelrand, besonders an den lappenartigen Anhängen bei einigen Vorderkiemern, und vorderen (auch dem seitlichen und hinteren) Fussrand, minder dicht gestellt am Kopf und auch an der Fusssohle. Damit soll nicht gesagt sein, dass sie an anderen, freien Stellen der Haut, z. B. an den Seitenflächen des Fusses, ganz fehlen. Ihr Vorkommen bindet sich auch bei den Pulmonaten nicht etwa an die Anwesenheit von Flimmerepithel, auch an flimmerlosen Stellen, wie am hinteren Fussrand von Physa fontinalis, haben sie ihren Platz.

An den Fuss- und Mantelrändern der landbewohnenden und amphibischen Schnecken — Limax agrestis, Arion ater, Succinea amphibia und verschiedene Helix-Arten sind die von mir untersuchten — scheinen die Verhältnisse ganz dem zu entsprechen, was bei den Wassermollusken Statt hat. Die starren Spitzen, die man hier am frisch abgeschnittenen, in Jodserum untersuchten Object antrifft, stehen nur etwas seltener wie bei jenen, sind sehr kurz und meistens so fein, dass es in der That sehr guten Lichtes, sehr sorgfältiger Benutzung desselben und stärkster Systeme bedarf, um sich ihre Zusammensetzung aus mehreren, meist eng aneinanderliegenden Härchen vor Augen zu führen (Fig. 16). Die Maceration, welche hier sehr viel Widerstand findet, hat mir noch keine Pinselzelle mit erhaltenen Härchen gezeigt, wohl aber Stiele mit daranhängenden Köpfchen ohne Haare; und ich zweifle nicht, dass die Letzteren nur dem Macerationsmittel zum Opfer gefallen waren, weil ich unter den isolirten Epithelien sonst durchaus keine finden konnte, welche sich als mögliche Träger der Haarbündel irgendwie kennzeichneten.

Anders als an diesen Körpertheilen, welche fortwährend mit

einer feuchten Schleimdecke überzogen, sich unter sehr ähnlichen Verhältnissen befinden wie die haarbündeltragenden Theile der Wasserpulmonaten, verhält es sich an den einstülpbaren Fühlern und Ommatophoren der luftlebigen Gastropoden. An ihnen, wenn man sie, frisch in Jodserum betrachtet, wird der dicke Cuticularsaum der cylindrischen, unbewimperten Epithelzellen auch nicht durch eine einzige Haarspitze überragt, und ebenso wenig lässt sich zwischen dem Epithel, sei es an den Seiten oder an der vordern knopfartigen Anschwellung die am obern Fühler das Auge trägt, im frischen Zustand irgend etwas erkennen, das man als eine Sinneszelle ansprechen könnte. — Und dennoch ergiebt ein anhaltendes, fünf Tage und mehr erforderndes Maceriren in dem Jodserumgemisch, dem gewöhnlich noch etwas vorsichtige mechanische Bearbeitung zu Hülfe kommen muss, dass sich zwischen diesem Epithel, und zwar besonders an jenem vorderen Knöpfchen, eine Menge kleiner Gebilde versteckt hält von so grosser morphologischer Aehnlichkeit mit den Pinselzellen, dass ihr Anblick sofort an diese erinnern muss (Fig. 17, 19, 21). Nur tragen sie hier, wie an den Siphopapillen vom Mya, keine Härchen; sie sind sehr klein — die Dicke des Köpfchens beträgt im Mittel nur 0,0018 Mm.; und dessen Form ist dadurch eigenthümlich, dass es nach vorn stark eingeschnürt ist und sich erst ganz am vorderen Ende wieder zu einer breiten Endscheibe verdickt; das Ganze ähnelt in der Form also einer langen, henkellosen Vase mit kurzem und dünnem Halse (Fig. 17, 21). In der Axe des Köpfchens konnte bei manchen derselben (Fig. 21) ein etwas anders, als die übrige Masse, lichtbrechender Streif unterschieden werden, welcher jedenfalls nicht auf eine Längsfaltung der peripherischen Schicht zu schieben ist, denn er zeigt sich bei der mittleren Einstellung, bei welcher die Randcontoure des Köpfchens am Schärfsten dastehen, auch am deutlichsten.

Man könnte nun etwa daran denken, dass man es hier mit zusammengefallenen Becherzellen zu thun haben möchte. Becherzellen kommen allerdings in diesem Epithel vor; und es ist durch Eimer (Ueber Becherzellen. Virch. Arch. Bd. 42) nachgewiesen, dass die Becher bei Wirbelthieren eine Art Vasengestalt haben. Jedoch einmal scheint sich an den Bechern der Molluskenhaut diese Form nicht wiederzufinden; sodann spricht gegen jene Auffassung schon die Winzigkeit der fraglichen Gebilde, und endlich könnte man dann doch erwarten, wenigstens in einigen noch Spuren der

glänzenden körnigen Masse anzutreffen, welche sonst die Becher anfüllt; das ist nie der Fall.

Der starke Nervenstamm, welcher in den Helicidenfühler läuft, schwillt bekanntlich, am oberen Fühler nach Abgabe des Nerv. opticus, in dem Endknopfe zu einem Ganglion an. In dessen Peripherie findet sich, schon dicht unter den Füssen der Epithelzellen liegend, eine Menge jener kleinen spindelförmigen Ganlienzellen, wie sie Leydig (Ztschr. f. wiss. Zool. 1851, p. 325) von Carinania beschrieb, welche sich mit ihren Ausläufern durch Zerzupfen leicht darstellen lassen (Fig. 19, 1). Die peripherischen Ausläufer treten nun, oft nach nochmaliger Kernanschwellung, ins Epithel hinein[1]; reisst man ein Stück des noch zusammenhängenden Cylinderepithels ab, so sieht man zwischen den Füssen seiner Zellen diese abgerissenen Ausläufer als ziemlich lange Fasern hervorhängen (Fig. 19, 2). Und wenn man an einem macerirten Fühler die Cylinder entfernt und das freigelegte Gewebe leicht mit der Nadel angerissen hat, so findet man aus dem letzteren eine Anzahl der spindelförmigen Nervenzellen mit ihren, länger oder kürzer abgerissenen Ausläufern, herausragen — und daneben und dazwischen noch einige der Köpfchen, mit ihrem Stiele einer spindelförmigen Zelle aufsitzend, welche jenen Spindeln durchaus gleich sieht (Fig. 17). Es sind nicht viele derartige Präparate, welche mir bisher gelangen, denn die Köpfchen reissen sehr leicht ab; aber die gewonnenen genügen mir völlig um mich überzeugt zu halten, dass die ins Epithel tretenden Nervenfasern hier alle in diesen Gebilden endigen. Es zeigt sich auch die Zahl der abgerissen herumschwimmenden Köpfchen an solchen Präparaten durchaus gross genug um der Zahl der Nervenfasern zu entsprechen, welche zwischen die Cylinderzellen hineinlaufen. Hoffentlich werden andere Methoden mir noch strictere Beweise in die Hand geben.

Wir haben im Obigen das Vorkommen der pinselförmigen Zellen in der Oberhaut der Mollusken von den Acephalen an, bis

1) Keferstein in Bronn's: Klassen und Ordnungen der Weichthiere p. 2102: »diese Nerven lassen sich vielfach zertheilt bis zum Cylinderepithel der Tentakelspitze verfolgen und bisweilen schien uns, als ob sie dort noch eine kleine Zelle in ihren Verlauf aufnehmen und dann in einen feinen Faden auslaufen.«

hinauf zu den Pulmonaten, constatiren können. Da sie sich bei so weit im System auseinanderstehenden Weichthieren so durchaus ähnlich zeigen, so halte ich den Schluss nicht für zu kühn, dass sowohl bei den niederen Ordnungen der Cephalophoren, als auch bei den Cephalopoden gleiche Verhältnisse obwalten werden. Wie es sich bei den tiefer stehenden Acephalen verhält, darüber wage ich noch keine Vermuthungen [1]). Der arme Strand von Warnemünde hat mich bezüglich all dieser Ordnungen bisher ohne Material gelassen.

Was sind nun diese Zellen, und welcher Function dienen sie? Von den Flimmerzellen sind sie verschieden; eine andere Art von Wimperepithel können sie nicht darstellen, weil ihre Härchen eben nicht wimpern, sondern starr sind. Es wäre höchstens die Annahme möglich, dass sie etwa junge Flimmer-Zellen seien; man könnte sie allenfalls machen mit einseitiger Berücksichtigung des Verhaltens bei Najaden und Unioniden, wo die Pinselzellen stark in ihrer Grösse und Länge differiren, und die grössesten sich darin den kleinsten unter den Flimmerzellen nähern. Doch diese Annahme würde zu grossen Ungereimtheiten führen. Will man sich auch wirklich denken, dass solche junge etwa aus der Tiefe nachgewachsene Flimmerzellen ihre Wimpern, nachdem sie die Oberfläche erreicht haben, eine Zeit lang noch still und starr stehen lassen; so wäre es doch sehr wunderbar, dass diese ruhenden Wimpern an vielen Orten länger, an andern gleich lang, am dritten kürzer sein sollten als die Cilien des umstehenden Epithels. Ferner müssten unsere Zellen dann doch überall gleich verbreitet sein, wo sich wimperndes Epithel zeigt, und nicht an Fühlern, Mantelrändern u. s. w. weit häufiger als anderswo; und vor Allem, sie müssten doch dort,

---

1) Nur die Bryozoen (Alcyonella fungosa) habe ich mit in Untersuchung gezogen. Alcyonella trägt allerdings an den Tentakeln, zwischen deren Flimmern an der Innenseite und an der nackten Aussenseite, starre Haare, welche bereits von Nitzsche (in Reichert u. du Bois-Reymond Arch. 1868. p. 489 ff.) treu beschrieben sind: an der Innenseite stehen sie in Bündeln von 2—6, an der Aussenseite scheinen sie einzeln zu sein. Sie sind übrigens länger und auch feiner, als die Haare der Pinselzellen bei den höheren Mollusken zu sein pflegen. Es ist mir bisher nicht möglich gewesen, die Zellen, denen sie aufsitzen, bei Alcyonella zu isoliren, der Art, dass sie erhalten blieben; und ich will daher kein Urtheil abgeben, ob wir es hier mit den Pinselzellen analogen Gebilden zu thun haben.

wo ein flimmerloses Cylinderepithel steht, ganz fehlen oder haarlos sein, hätten also z. B. am Fühler von Neritina, am hinteren Fussrand von Physa, an den Siphopapillen von Dreissenia nichts zu suchen, wo wir sie gleichwohl in eclatant behaarter Form antreffen. — Man sieht, es wird nichts übrig bleiben als auch jene Annahme zu den unmöglichen zu verweisen, und die pinselförmigen Zellen als eigenartige Epithelgebilde anzusprechen.

Dann aber habe ich auch allen Grund, sie als Neuroepithelien aufzufassen. Wenn schon die früheren Beobachter der »Borstenhaare« in diesen Nervenendigungen vermuthet haben, so ist man jetzt um so mehr dazu berechtigt, wenn man die Gestalt der Zellen und ihren Zusammenhang mit einem feinen, tief aus dem Gewebe kommenden Faden in Betracht zieht. Ein ähnlicher Zusammenhang mit der Gewebstiefe ist bisher von keinen anderen, als von Nervenepithelien bekannt — abgesehen von Becherzellen, von denen hier nicht die Rede sein kann. Dass nun der Faden eine Nervenfaser, sei es Primitivfibrille oder Fibrillenbündel, darstellt, das kann ich freilich nicht beweisen. Er zeigt, wie gesagt wurde, an Präparaten, die mit Kali bichrom. und Osmium behandelt wurden, häufig mehr oder weniger regelmässige, knötchenförmige Anschwellungen, das Gleiche was bei derselben Behandlung öfter an den Nervenfasern der Centren und peripherischen Stränge der Mollusken beobachtet wird; das giebt auch schon Buchholz in seiner grossen Arbeit (üb. d. Bau des Centralnervensystems der Süsswassermollusken. Müll. Arch. 1863) von den feinsten Fasern der Centren an. Regelmässige spindelförmige Varicositäten konnte ich an Molluskennervenfasern bisher nirgends herstellen. Ich weiss wohl, dass eine unregelmässige Varicosität kein Beweis für die nervöse Natur eines Fadens sein kann, wollte aber hiermit constatiren, dass regelmässige wahrscheinlich hier überhaupt nicht zu verlangen sind.

Es musste versucht werden, am frischen Gewebe und an Schnittpräparaten über den Zusammenhang mit Nerven Näheres zu ermitteln. Aber die feinen pheripherischen Nervenfassern der Mollusken sind sehr blass; man wird sie am überlebenden Object nur bei sehr durchsichtigen Thieren, wie Carinaria, verfolgen können, und solche standen mir nicht zu Gebot. Da den Molluskennerven ausserdem das Mark und selbst die Schwann'sche Scheide fehlt, so versagt auch die Färbung durch Osmium ihren Dienst. Die Osmiumsäure, von Bo[illegible] für die Herstellung von Schnitten mit grossem Recht empfohlen, leistet

Unvergleichliches in der Härtung sowohl des Epithel- als des Bindegewebes der Mollusken; aber auch die feinsten Schnitte, die sich durch ihre Hülfe anfertigen lassen, demonstriren nichts Sicheres über unsere Frage. Die Epithelien sind an solchen Präparaten zwar ganz erhalten, aber immer in ihrer Form so weit alterirt, dass sich über ihre feinere Beschaffenheit nicht viel ermitteln lässt; auch Boll, welcher (p. 55) an einem Osmiumpräparat von Arion zwei Borstenhaare mit in den Schnitt bekam, giebt selbst an, dass er über ihr Verhältniss zu den epithelialen Elementen nicht ins Klare kommen konnte. So ging es mir auch. Und die feineren Aestchen der peripherischen Nerven markiren sich an solchen Präparaten sehr wenig. Man sieht zwar eine Menge feiner Fasern ans Epithel hinanlaufen, welche wohl Nervenfasern sein könnten, wie und wo sie aber enden, das lässt sich mit Sicherheit nicht ausfindig machen. Ebenso wenig hat mir die Goldmethode bei den Molluskennerven bis jetzt überzeugende Erfolge gegeben. — Ich hoffe mit diesen Bearbeitungsweisen noch bessere Resultate zu erreichen, hoffe aber auch, dass inzwischen das auf anderem Weg Ermittelte genügen wird, um die Deutung der Pinselzellen als Neuroepithelien zu rechtfertigen. Wenigstens scheint es mir leichter diese Annahme zu machen, als im anderen Fall die Frage zu beantworten: Was sie denn sonst sein sollen?

Ich halte mich auch nach allem Obigen einigermassen berechtigt, überall da wo in der Molluskenoberfläche starre Haarbündel, oder selbst solche »Borstenhaare«, deren Zusammengesetztheit sich nicht sicher erkennen liesse, gefunden sind oder sich noch finden werden: überall dort Zellen der hier beschriebenen Art als ihre Träger voraussetzen.

Im Wege stände mir dabei freilich jenes, nach eigener Angabe, einzige Resultat von Boll (a. a. O. p. 55, Fig. 28), wo allerdings von Arion ater ein ganz solides Borstenhaar darstellt ist, das direct die Spitze einer vorn verjüngten Epithelzelle bildet. Ich kann nicht beabsichtigen, eine Angabe dieses Forschers in Zweifel zu ziehen; ich halte für möglich, dass jene Abbildung einer etwas hervorgezerrten Pinselzelle entsprechen mag, von welcher das Köpfchen abgebrochen war: — wie solche mir selbst anfangs oft das Bild einer »borstenhaartragenden Zelle« vorgetäuscht haben (vgl. z. B. meine Fig. 18 und Fig. 10 z); aber ich kann dies nur vermuthen, nicht behaupten. Es mögen bei Arion, es mögen vielleicht noch

anderswo Sinnesepithelien vorkommen, welche in einfache Borsten enden; ich kann nur sagen, dass mir bisher bei sorgfältigstem Suchen keines aufgestossen ist, und dass sie dann, den mehrhaarigen Sinneszellen gegenüber, eine sehr schwache Minorität bilden müssten.

In dem Epithel der Körperstellen, wo man den Haarbündeln begegnet, hat mir vielfaches Suchen ausser ihnen fast keine anderen Zellgebilde vor Augen geführt, welche man aus irgend einem Grunde für Neuroepithelien halten könnte [1]). Ich sage fast keine: denn man trifft am lebenden Object manchmal vereinzelte sehr feine Haare, entweder scheinbar einzeln, oder zu zwei bis vier stehend; sie sind immer sehr lang, beweglich durch die Flimmerströmung, und dünn bis fast zur Unsichtbarkeit, und gleichen sehr den Härchen an den Tentakeln der Bryozoen, deren oben p. 435 in der Anmerkung Erwähnung geschah. Ich fand sie bisher an einzelnen (durchaus nicht allen) der hinteren Mantelpapillen von Anodonta, wo denn auf je einer Papille immer nur ein solches Haar zu stehen scheint, und am Mantelrand von Mytilus; die isolirte Darstellung der Zellen, denen sie aufsitzen mögen, gelang mir noch nicht, und ich will es nicht entscheiden, ob diese zu den pinselförmigen Zellen gehören mögen — deren Härchen allerdings auch in der Dicke und Länge schwanken — oder ob sie eigenartige Zellen, und in diesem Fall wohl auch Sinneszellen sind. Dann ist ihre Zahl aber jedenfalls verschwindend klein gegenüber Jenen. — Sonst hat man eben im Epithel hier nur indifferente Cylinder-

---

1) Ich gedenke hier nicht näher der von Boll (a. a. O. p. 50 u. a.) beschriebenen becherförmigen Sinnesorgane, einmal weil sie nach dessen Beschreibung etwas von dem Object dieser Abhandlung durchaus Verschiedenes darstellen, und dann auch, weil ich sie bis jetzt nirgends gefunden habe. Boll giebt an, dass sich an den Tentakeln, dem Mantelrand, der Umgebung des Mundes bei vielen Mollusken zwischen gewöhnlichen Epithelien Lücken finden, die Breite einer indifferenten Epithelzelle meist etwas übertreffend, aus denen eine Menge kurzer glänzender Spitzen hervorragen. So stellt er sie uns auch in seinen Zeichnungen dar und giebt in denselben die Contoure der Zellenbündel, aus welchen das Organ bestehe, durch das Epithel hindurch aufs deutlichste an. Die Zeichnungen beziehen sich übrigens alle nur auf Opisthobranchier und Heteropoden, deren ich keine beobachten konnte. An den betreffenden Körpertheilen aller der hier untersuchten Cephalophoren (ebenso bei den Acephalen) vermochte ich noch durchaus Nichts aufzufinden, was der oben citirten Darstellung entsprochen hätte.

oder Flimmerzellen, Becherzellen — die übrigens an den Fühlern und Papillen, auch den freien Rändern der Mäntel seltener sind wie an anderen Stellen — und dazwischen, in einer Anzahl, von welcher die Abbildungen einen Begriff geben können, die Zellen mit den starren Haarbündeln. Wenn also die Körpertheile, an welchen das so ist, besonders stark für eine Art der Sinneswahrnehmung befähigt sind, so liegt der Schluss sehr nahe, dass wir in diesen Zellen die Organe derselben vor uns haben.

Und wenn ich danach in ihnen die Endzellen der Tastnerven vermuthe, so scheint mir das nicht sehr gewagt mit Hinblick auf die Voraussetzungen, welche schon früher, ohne die Kenntniss dieser Endgebilde, über die Function der Körpertheile gemacht worden sind, an welchen sie sich finden. Man hat allgemein die Fühler und Tentakeln, nächstdem die Mantel- und Fussränder der Cephalophoren, man hat die Papillen der Siphonen und Mäntel, die Mundlappen und Füsse der Acephalen theils vermuthungsweise, theils auch mit Sicherheit als Träger des Tastsinnes aufgefasst [1]), und gewiss mit Recht, Dass die Vorderkiemer und Wasserschnecken z. B. mit ihren Fühlern tasten, d. h. sich durch mechanische Berührung Eindrücke zu verschaffen suchen, wird bei der Beobachtung der lebenden Thiere nicht zweifelhaft bleiben. Bei den Lamellibranchiaten aber sind gerade die Theile des Mantels, des Sipho, der Kiemen, welche dem eintretenden Strom des Athemwassers und dem von den Kiemen zum Mund ziehenden Nahrungsstrom Stirn bieten, die Hauptsitze unserer Sinneszellen, deren Haarpinsel mit den im Wasser suspendirten Körpern jeden Augenblick in Berührung kommen müssen. Berührt man die ausgestreckten Siphopapillen des lebenden Thieres, oder lässt einen grössern Körper gegen sie anschwimmen, so löst dieser Reiz meistens sofortiges Schliessen der Schale aus. — Auch haben schon die früheren Beobachter der Borstenhaare, Claparède, Leydig und Boll, mit grosser Wahrscheinlichkeit in denselben Vermittler des Tast- und Gefühlssinnes vermuthet.

Wenn ich trotzdem die pinselförmigen Zellen in der Ueberschrift nicht mit dem Namen von Tastzellen versehen habe, so unterblieb das, weil ich den stricten Beweis für diese ihre Natur eben nicht

---

1) Ich verweise auf die bezüglichen Ausführungen Bronn's und Keferstein's in Bronn's: Klassen und Ordnungen der Weichthiere.

führen könnte, und weil noch ein anderes Bedenken im Wege steht. Für alle anderen Sinne hat die neuere Forschung das Vorhandensein terminaler, dem Epithelgewebe angehörender Endnervenzellen als durchgehendes Princip festgestellt; nur der Tastsinn ist darin bisher zu kurz gekommen, so sehr man für ihn a priori Gleiches vermuthen müsste. Noch wird vielfach angenommen, dass die Endorgane seiner Nerven meist unter der Haut im Bindegewebe liegen, wenn auch für viele niedere Thiere (Arthropoden, Würmer) durch Leydig's und Anderer Forschungen die Lage von solchen in der äusseren Körperdecke selbst so gut wie erwiesen wurde. Erst in neuerer Zeit hat Langerhans (Virch. Arch. 43) über das Vorhandensein von Endzellen der Tastnerven in der menschlichen Haut, im Rete Malpighii, Kunde gegeben. Aber eine so wesentliche Stütze ich darin für meine Ansicht finden kann, ich würde immer den Einwurf nicht ganz zu entkräften vermögen, dass die hier behandelten Gebilde etwa ebensogut Riechzellen, Geschmackszellen [1]), Perceptionsmittel für den Wellensinn oder Organe irgend eines sechsten oder siebenten Sinnes sein könnten, dessen sich die Mollusken uns unbewusst noch erfreuen mögen.

Ob für die Gebilde, welche im Fühlerepithel der Landschnecken beschrieben wurden, ebenfalls der Name von Tastzellen Berechtigung haben kann, darüber erlaube ich mir noch kein endgültiges Urtheil. Die Fühler, untere und auch die oberen neben ihrer Eigenschaft als Ommatophoren — sind von den meisten Seiten als Tastorgane betrachtet worden, von Einigen sind ihnen freilich auch andere Functionen untergelegt (Geruchsorgane, Moquin-Tandon). Man kann sich jeden Augenblick überzeugen, dass die Landschnecken mit ihren kleinen Fühlern — mit den grossen weit seltener — Gegenstände berühren; diese Berührungen geschehen aber einmal in grossen Pausen — zwischendurch suchen die Fühler in der freien Luft herum —, und sie sind ferner ganz momentan, — gleich nach erfolgtem Contact zieht die Schnecke blitzschnell den Fühler zurück, sie sucht sich

1) Das Geruchsorgan der Pulmonaten ist allerdings mit hoher Wahrscheinlichkeit in dem von Semper (Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 8 p. 366) entdeckten und nach ihm benannten Organ zu suchen. und als Geschmacksorgane kann man mit Boll die von ihm bei Cephalophoren gefundenen becherförmigen Organe ansprechen. Wenn sich das durchgreifende Vorkommen beider, oder analoger Dinge, bei allen Mollusken feststellen lässt, so würde das eine weitere Stütze für die Deutung der Pinselzellen als Tastzellen abgeben

durchaus nicht durch wiederholte und längere Berührung einen Eindruck des Objects zu erwerben — jedenfalls eine eigenthümliche Weise zu tasten.

Es wird endlich nahe liegen, auch jene Borsten in vergleichende Betrachtung zu ziehen, welche bei Würmern, Infusorien und andern niedern Thieren auf der Haut gefunden und zu denen die »Borstenhaare« der Mollusken schon von ihren ersten Entdeckern in Parallele gebracht sind. Als wahrscheinliche Tastorgane mögen sie dies gewiss verdienen; ob auch morphologisch, das scheint minder annehmbar. Bei den Mollusken haben wir eine Decke von Epithelzellen über die ganze Leibesfläche, und darunter eben eigene, individuelle Zellen, welche die Haare tragen; bei jenen Thieren, wo die Borsten beobachtet wurden, wird wenigstens nach allem bisher Aufgestellten eine homogene Protoplasmadecke des ganzen Körpers angenommen, welche, wenn überhaupt in einzelne Theilchen, doch nicht in wahre Zellen differenzirt zu sein scheint. Ich habe die Borsten bisher bei einigen Planarien, Naiden und bei Stentor polymorphus genauer untersucht. Noch konnte nirgends ein Getheiltsein dieser kleinen, feinen Stacheln constatirt werden; übrigens muss hier zur Vermeidung des Druckes das Deckglas so hoch gestützt werden, dass das Arbeiten mit starken Immersionslinsen von kurzer Focaldistanz sehr schwierig wird. Stein vertritt in seinem grossen Infusorienwerk die Auffassung, dass die Borsten bei Stentor polymorphus nur aus dem Körper hervorgetriebene und wieder einziehbare Protoplasmafäden seien; dies würde ihrer Homologie mit den Haarbündeln der Mollusken einen noch stärkeren Stoss geben. Es wollte mir freilich immer scheinen, als ob die Stacheln bei Stentor stets nur bei einer bestimmten Drehung des fortwährend rotirenden Thierchens, und dann immer eine ganze Reihe zugleich, zum Vorschein kamen, und zwar immer in derselben Länge und Zahl, wie man sie das letzte Mal gesehen hatte; danach darf man vielleicht ebenso gut annehmen, dass sie perennirende Vorsprünge seien und nur in bestimmten Längsreihen angeordnet am Körper vorkommen.

Ich darf schliesslich wohl diese Stelle benutzen, um Herrn Prof. F. E. Schulze für seine freundliche, bereitwillige Unterstützung bei dieser, wie bei andern Untersuchungen meinen wärmsten Dank zu sagen; so wenig ich auch damit von der Erkenntlichkeit abtragen kann, die ich meinem lieben Lehrer immer schulden werde.

Es bleibt über die Epithelien der Mollusken, namentlich der

Acephalen, noch viel zu ermitteln. Bei ferneren Arbeiten auf diesem Gebiet hoffe ich dann, über das Vorkommen der hier behandelten Zellen auch bei den noch nicht berücksichtigten Ordnungen Sicheres feststellen zu können.

Rostock, d. 3. Juli 1869.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXV.

Das braune Pigment der Epithelien ist überall schwarz angegeben. z. B. in Fig. 11, 20 b.

Ueberall. wo sie stehen, bedeuten die Buchstaben:

h — Haarbündel,
c — Cilien.
e — Flimmer- oder Cylinderepithelzellen,
cu — Cuticularsaum.

Fig. 1. Ein Stück hinterer Mantelrand von Mytilus edulis, lebend abgeschnitten in Seewasser. Hartnack Syst. IX à imm., Oc. 1. (Im Folgenden bedeutet die römische Zahl stets das Hartnack'sche System, die arabische das gleiche Ocular.) Bei b eine Becherzelle.

Fig. 2. Spitze einer Papille des unteren Sipho von Tichogonia polymorpha, lebend abgeschnitten in Wasser. Die Zeichnung ist eine Combination aus verschiedenen Einstellungen. indem die Haarbündel h[1] bei Einstellung auf den Umriss, die bei h[2] bei etwas höherer, die bei h[3] bei höchster, im optischen Querschnitt copirt, die Epithelien überall gleich deutlich angegeben sind. Damit man nicht etwa in den optischen Querschnitten die Ausdrücke von Becherzellen argwöhne, bemerke ich, dass die Einstellung bei ihrer Zeichnung so hoch war, dass man von der Epithelmosaik gar nichts mehr sah. IX imm.

Fig. 3. Ein Stück vom Umriss einer gleichen Papille derselben Muschel, nachdem sie in Kali bichromicum (3%, 7 Tage lang) macerirt und die Cylinderzellen abgestäubt waren. Drei derselben sitzen noch da, neben vier Pinselzellen. IX imm. 1.

Fig. 4. Fühler von Neritina fluviatilis, lebend abgeschnitten in Wasser. Einstellung auf den Umriss. Es sind ausser den Haarbündeln die Falten, in die sich der Fühler gelegt, und die durchschimmernden Muskeln m etc. angedeutet. VII, 1.

Fig. 5. Ein Stück Umriss derselben Fühlerspitze mit IX imm. 1.

Fig. 6. Unteres Ende eines Kiemenstäbchens von Mytilus edulis, in der Längsaxe des Kiemenblattes gesehen, mit der Rinne r. Bei c_1, c_2 sind die seitlichen Flimmerreihen angedeutet. Zwei von den 5 Haarbündeln in passiver Mitbewegung. VII, 2.

Fig. 7. Cilien und Haarbündel desselben Kiemenstäbchens, nach Zusatz von etwas wässriger Jodlösung. VII, 3.

Fig. 8. Fühlerspitze eines kleinen Planorbis vortex, ganzer Kopf lebend abgeschnitten unter gestütztem Deckglas. (Der Fühler war dabei ganz lang ausgestreckt geblieben.) Einstellung auf den Umriss, k Kalkkörper im Gewebe, m durchschimmernde Muskeln, Gefässe, Bindegewebsnetze. VII, 3.

Fig. 9. Dasselbe Object von oben, bei ganz hoher Einstellung, c optische Quer- und Schrägschnitte der Flimmercilien, h der Haarbündel. Gundlach imm. IX, Hartnack Oc. 1. eingeschobener Tubus.

Fig. 10. Derselbe Fühler, nach 20stündiger Maceration in Jodserum, 6 Th. zu Kal. bichrom. 2% 4 Th., abgestäubt. Wimpern der Epithelzelle etwas verquollen. z eine Pinselzelle mit abgerissnem Köpfchen. IX imm. 3.

Fig. 11. Papille des hinteren Mantelendes von Anodonta piscinalis, in Kali bichrom. 4% macerirt und halb abgestäubt, das Epithel eben im Auseinanderfallen. An den Epithelzellen e sind theilweis die Wimpern zerstört, theils erhalten. IX imm. 1.

Fig. 12. Gleiche Papille vom selben Object, ganz abgestäubt und etwas durch Klopfen aufs Deckglas bearbeitet. IX imm., 1.

Fig. 13. Lymnaeus stagnalis, Fühlerrand mit drei Haarbündeln zwischen den Wimpern X imm. 1.

Fig. 14. Derselbe Fühler nach Maceration in dem Jodserumgemisch abgestäubt, isolirte Sinneszellen. IX imm. 3.

Fig. 15. Mya truncata, Papille des Siphonenendes, mit ganz schwachem Jodserumgemisch macerirt. IX imm. 2.

Fig. 16. Helix hortensis, vorderer Fussrand frisch abgeschnitten in Jodserum mit drei kurzen stumpfen Haarbündeln. Gundlach IX imm., Hartnack 1, eing. Tubus.

Fig. 17. Helix nemoralis, Knopf des unteren Fühlers, in dem Jodserumgemisch 6 Tage macerirt und leicht zerzupft. Eins der Köpfchen k mit dem Stiel einer spindelförmigen Zelle aufsitzend. IX imm. 2. (S. gleich Fig. 19, 21.)

Fig. 18. Mytilus edulis, Mantelzacke, in dem Jodserumgemisch 1 Tag macerirt und abgestäubt. IX imm. 3.

Fig. 19. Helix hortensis, vom unteren Fühler: 1) 2 Nervenzellen aus der Peripherie des Ganglion herausgezupft mit anhängenden Fasern, IX imm. 3. 2) ein Fetzen im Zusammenhang abgerissner Epithelien, zwischen denen unten Fasern heraushängen, IX imm. 1.

Fig. 20. Isolirte Sinneszellen und Epithelien.

a—l. Anodonta piscinalis; von den Mantelpapillen. a, b zwei der kürzesten und dicksten, die vorkamen (häufigste Form die von d). b, d enthalten etwas Pigment. l verschiedene Formen der Köpfchen. k, i Flimmerzellen. a—f und k mit Kali bichrom., g—i ausserdem mit Osmium $^1/_{1000}$ behandelt. a b c g h i k bei IX imm., 4, d IX imm., 3, e f IX imm. 1.

In a bedeutet: 1 Rand, 2 Köpfchen, 3 Stiel, 4 Fusstheil mit dem Kern, 5 Faser.

m. 3 Pinselzellen von Tichogonia polymorpha und eine Epithelzelle, α β γ vom Mundlappen IX imm. 1, δ vom Sipho IX imm. 2.

n. Zwei abgerissne Köpfchen und eine Flimmerzelle vom Fühler von Lymnaeus ovatus. Macerationspräparat. IX imm. 4.

o. Zwei pinselförmige Zellen vom vorderen Mantelrand von Planorbis marginatus, Macerationspräparat. IX imm. 3.

p. Drei Pinselzellen und eine Cylinderzelle vom Fühler von Neritina fluviatilis, Macerationspräparat. IX imm. 2.

q. Zwei Pinselzellen und zwei Flimmerzellen vom Mundfühler von Anodonta anatina, Macerationspräparat, vor der Abstäubung carminisirt, IX imm. 2.

Fig. 21. Isolirte Köpfchen vom unteren Fühler von Helix hortensis, Gundlach IX imm., Hartn. 1.

Die Drüsenschläuche und die Abschnürung der Graaf'schen Follikel im Eierstock.

Von

Dr. **Fr. Plihál**

aus Pest.

Zum Studium der Eier und Graaf'schen Follikel wird ein gutes und leicht zu habendes Material von jungen Kaninchen geliefert, deren frische Ovarien einige Stunden lang der zimmerwarmen Luft ausgesetzt, einschrumpfen; worauf sich mit scharfem Rasirmesser feine Schnitte leicht anfertigen lassen, die in einer schwachen Lösung der Müller'schen Flüssigkeit untersucht werden können.

Ein auf die Oberfläche vertikal gerichteter Schnitt zeigt, dass die Follikel von der Peripherie gegen das Centrum an Grösse immer mehr und mehr zunehmen, die Bestandtheile in verschiedenen Entwicklungsstadien klar darstellend. Nur frische Ovarien werden bei dieser Methode recht schöne Bilder geben, zur Aufbewahrung jedoch sind die Eierstöcke von dem Hunde und der Katze viel tauglicher; diese liefern erhärtet jene schönen Carmin tingirten Schnitte, welche schon von Pflüger[1]) und von Schrön[2]) vielfach gepriesen wurden.

Die Entwickelung der Eier und Graaf'schen Follikel finden wir in dem klassischen Werke Pflüger's meisterhaft geschildert; und obgleich seine Angaben von mehreren Forschern: Borsenkow[3]),

---

1) Pflüger: Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. Leizig. 1863.

2) Schrön: Zeitschrift für wiss. Zoologie, XII Bd. S. 409

» » Untersuchungen von Moleschott Bd. IX. S. 102 und 209.

3) Borsenkow: Würzbg. naturw. Zeitschr. Bd. IV. S. 56.

Spiegelberg[1]), His[2]), Letzerich[3]), Langhans[4]) und hauptsächlich von Kölliker[5]) Bestätigung fanden: glaube ich doch nichts unnützliches zu leisten, wenn ich diese Arbeit mittheile, welche in gewisser Richtung die bis heut zu Tage veröffentlichten Studien zu ergänzen sucht, indem sie die Entwicklung der Ovarien von dem embryonalen bis zum reifen Alter in ihren Hauptentwicklungsstadien verfolgt.

Aus dem embryonalen Alter untersuchte ich vorzüglich Kalbsovarien (20 an der Zahl). Die Länge der Embryonen schwankte zwischen 14—60 cmt., die der Ovarien 5—11 mm. In Bezug auf die Gestalt entsprechen sie gleichgrossen Bohnen mit glatter Oberfläche und breit gedrückten Rändern. Der Hilus bildet eine längliche, dem Nabel einer Bohne ähnliche, tiefgehöhlte Spalte. Die Wände dieser Spalte werden von dem Parenchym gebildet, welches sich an dieser Stelle mundähnlich vertieft. Zwischen den Lippen befindet sich in der Tiefe das die Gefässe einhüllende Gewebe, über welches sich die Fortsetzung der Lippen rindenförmig wölbt. Diese zwei Lagen des Eierstocks, nämlich die Rinden- und Marksubstanz oder das Parenchym und das Hilusstroma (His), pflegen in diesem Stadium bei etwas stärkerem Drucke und besonders nach Wasserzusatz sich leicht von einander zu trennen, was die Gewinnung feiner Schnitte in hohem Masse erschwert.

Den Gegenstand meiner Untersuchung bildeten zum grössten Theil frische Ovarien, deren Schnitte ich in Amnioswasser, humor aqueus und Müller'scher Flüssigkeit untersuchte. Auch habe ich mit gutem Erfolg Ovarien einige Tage lang in letzterem Fluidum leicht erhärtet und die gewonnenen Schnitte mit carminsaurem Ammoniak getränkt und in Glycerin untersucht.

I. Das mikroskopische Bild ist verschieden nach dem Alter des Embryos. Das jüngste Ovarium von einem 14 cmt. langen Kalbs-

---

1) Spiegelberg: Virch. Archiv Bd. XXX. S. 466.

2) His: Arch. f. mikr. Anat. 1865 I Bd. S. 151.

3) Letzerich: Unters. aus d. phys. Labor. zu Bonn von Pflüger. 1865.

4) Langhans: Virch. Archiv Bd. XXXVIII. S. 543.

5) Kölliker: Handb. der Gewebelehre 1867. 548—555.

embryo im ganz frischen Zustande untersucht, zeigte hauptsächlich Zellenbildungen welche, im Gefässnetz hier mehr geordnet da in kleineren oder grösseren Gruppen locker eingestreut, zwischen wenigem Bindegewebe gelagert waren. Gegen die Oberfläche hängen die Zellen locker zusammen, tiefer gegen den Hilus zu sitzen sie dicht neben einander. Es zeigen sich hier drei Formen von Zellenbildungen und zwar: grössere, feinkörnige, milchglasähnliche Kugeln von 10—12 mik. Durchmesser, welche hier und da zwei bis vier Kerne von 9—10 mik. enthalten, deren jede ein bis zwei Kernkörperchen von 2 mik. besitzt, anderswo zeigen sich die Kerne isolirt und in grösserer Zahl Gruppen bildend. Die dritte Form der Zellenbildungen sind hier fein, dort grob punktirte Zellen von 4—6 mik. Durchmesser. Die grösseren, milchglasähnlichen, feinkörnigen Kugeln sind die von einer zarten äusseren Membran umkleideten Dotter, die in ihnen befindlichen, hie und da isolirt liegenden Kerne aber Keimbläschen mit dem Keimflecke; die grobkörnigen kleinen Zellenelemente endlich Epithelien, die Bestandtheile der sogenannten Membrana granulosa.

Diese Zellenbildungen kann man jedoch nur an frischen Präparaten deutlich wahrnehmen, damit man von ihrer Anordnung eine klare Uebersicht bekömmt ist es aber dennoch nöthig, die betreffenden Ovarien einige Tage in oben erwähnter Flüssigkeit zu härten. Dann trifft man auf feinen Schnitten Schläuche, die in ein grosskerniges, aber sehr fein gestreiftes Bindegewebe zwischen den Gefässen eingelagert sind. Letztere verlaufen häufig korkzieherähnlich, anderswo sich in mehreren Richtungen verästelnd. In Bezug auf die Schläuche und ihren Inhalt zeigte sich folgendes:

Die Schläuche sind bald engere, bald weitere, hie und da unregelmässig ausgebuchtete Gebilde, welche bald in grader Richtung gegen den Hilus streben, bald gebogene von dem zelligen Inhalt stellenweise in verschiedenem Grade ausgedehnte Kränze vorstellen, welche sich vielfach kreuzen. Die Schläuche, welche gegen den Hilus zu die ganze Parenchymschicht auszufüllen scheinen, lassen an verschiedenen Stellen ganz kurze von dem Mutterschlauch getrennte Theilstücke sehen, welche alle Eigenschaften der langen Mutterschläuche theilen und eine berechtigte Schlussfolgerung zur weiteren Vertheilung derselben zulassen.

Was den Inhalt der Schläuche anbelangt, muss ich hier um alle Täuschungen und falsche Consequenzen dem Forscher zu er-

sparen, besonders hervorheben, dass zum Nachweis der in Rede stehenden Binnengebilde gute Mikroskope und feine Schnitte erforderlich sind, ohne diese Bedingungen kann man leicht unter den extremen Vorstellungen schwankend zu einem falschen Resultate kommen. Diesen Anforderungen entsprechend, wird man in den Schläuchen zweierlei Zellen unterscheiden können, nämlich die sich zur Wand anschmiegenden, gegen äussere Einwirkungen im Minimum Widerstand leistenden, plattgedrückten, runden, mehrkernigen Epithelzellen, welche stellenweise in einander übergehen und so ein homogenes Band bilden, anderswo aber schärfer contourirt die charakteristischen Gebilde des Eierstocks, die Eier, umgeben.

Ob die geschilderten Zellen an einer wirklichen Membran aufsitzen, kann ich vorläufig nicht entscheiden.

Bei den erhärteten Präparaten sieht man von den Bestandtheilen der Eier am deutlichsten das Keimbläschen mit dem Keimflecke, von der Dottermasse kann man in diesem Alter schwer ein klares Bild erhalten. Die Keimbläschen zeigen eine homogen-glänzende Substanz, welche den stark lichtbrechenden, stellenweise sehr in die Augen fallenden Keimfleck sehen lässt.

Ausser den Schläuchen fand ich bei Ovarien dieses Alters keine Eisäckchen.

Nach dieser kurzen Schilderung des objectiven Befundes wollen wir uns zu der näheren Betrachtung der erwähnten Gebilde wenden und die Ansichten über den Ursprung und die Bedeutung derselben durchmustern.

Die zwei Hauptbestandtheile der Schläuche, nämlich die Epithelzellen und die Eier scheinen nach den Forschungen Pflüger's [1]), Huschke's und His auch zweierlei Ursprungs zu sein. Nach den Schlussfolgerungen Pflüger's stammen die Eier aus den Wucherungen des Peritonealepithels; dabei lässt er das Peritoneum aus einer einzigen Epithelialschicht bestehen und erklärt sie für eine Drüse. Obgleich auch ich die das Ovarium umgebende Hülle aus grobpunktirten Epithelzellen bestehend fand, bin ich doch der Meinung, dass es sehr gewagt wäre, aus diesem Befund bei Kalbsovarien aus der Zeit nach der Geburt (Pfl.) auf eine schon in dem frühesten Embryonalalter statthabende Metamorphose der hineingelangten Peritonealzellen zu schliessen, und es ist nur von ferneren

1) Pflüger l. c. p. 81—86.

embryologischen Studien in dieser Beziehung ein massgebendes Resultat zu erwarten. Huschke [1]) leitet den Inhalt der Schläuche von dem Epithel der Eileiter ab. Zu diesem Gedanken führte ihn der Befund Meckel's, dass die Trompeten in einer früheren embryonalen Periode den Eierstock umfassen und sich erst später davon ablösen, von dieser Zeit an zeigt das Ovarium Acini ohne Ausführungsgänge. Die Forschungen von His [2]), welche er an kleinen Säugethier- und Hühnerembryonen angestellt, lassen den Schluss zu, »dass das Parenchym der Sexualdrüsen aus den Wolff'schen Kanälen entsteht, während die Hülle der früheren Umgrenzung eines Theiles des Wolff'schen Körpers entspricht, und das Hilusstroma mit seinen Gefässen aus einem Malpighi'schen Knäuel entsteht. In der ersten Anlage gestaltet sich das Verhältniss von Knäuel und Kanälen ähnlich, wie in den Urnieren selbst. Jenes treibt diese spangenartig vor sich her und kommt nun zunächst in Berührung mit der einen Wand, welche blasser wird und sich abplattet, während die abgekehrte Wand stärker sich entwickelt. Aus letzterer gehen durch Wucherung die Stränge (Pf. Schläuche) der Eizellen hervor.«

Woher die Bestandtheile der Membrana granulosa, die Epithelzellen der Schläuche? Diese Frage beschäftigt schon seit langer Zeit die Forscher und eben die richtige Auseinandersetzung des Zellenursprunges bildet den Kern, um welche sich die Entstehung der Follikel dreht. Hier wollen wir nur auf die Arbeiten Schrön's und Pflüger's hinweisen. Schrön [3]) macht nach seinen von Katzenovarien gewonnenen schönen Schnitten den Schluss, dass die Membrana granulosa von den modificirten Bindegewebszellen herrühre, und obwohl er nur zwei Eier frei im Bindegewebe liegend fand, so ist er doch der Auffassung geneigt, dass die Umsäumung derselben von Bindegewebszellen bei der Entwicklung der Follikel der gewöhnliche Vorgang sei. His [4]) hat seine Untersuchungen an Präparaten angestellt, welche seit längerer Zeit in chromsaurem Kali und Alkohol gelegen waren, bei diesen war es ihm unmöglich, den Vorgang zu verfolgen. Nach Pflüger [5]) geht die Membrana granulosa

1) Huschke Eingeweidelehre p. 450.
2) Arch. für mikr. Anatomie I Bd. 1865 p. 158.
3) l. c.
4) l. c. p. 156.
5) l. c. p. 61—64.

aus kleinzelligen Bildungen hervor, welche bei Kälbern schon ursprünglich sich in den Schläuchen befinden, bei der Katze aber anfangs nur am Grund der Eischläuche liegen. Ich fand bei dem erwähnten Fall den ganzen Schlauch von Epithel bekleidet, welche aber in geringem Grad widerstandsfähig und bei der Erhärtung leicht einer auffallenden Einschrumpfung unterworfen sind, so dass sie sich verschmälern und mit einander zu verschmelzen scheinen; wie man das auch bei Ovarien säugender Kälber und Hunde nicht selten beobachtet.

Um die Abstammung der Bestandtheile der Schläuche richtig anzugeben, fehlen mir weitere embryologische objective Befunde. Wenn man mit Hypothesen zufrieden sein könnte, so würde ich meine Auffassung nach den Forschungen von His dahin formuliren, dass die Epithelzellen (beim Kalb und Kind) schon in der frühesten embryonalen Periode die Auskleidung der emporgewölbten Kanäle bilden. Die Structur der Ovarien würde hiernach in diesem Zeitalter mit der der Parovarien vollständig übereinstimmen, die bekanntlich auch bei Erwachsenen aus einer gewissen Zahl vom Hilus pinselförmig in den Fledermausflügel ausstrahlender Kanäle bestehen, welche mit einer einfachen Lage blasser, rundlicher oder cylindrischer, flimmernder Zellen bekleidet sind. Erst nach der Abschnürung der Knäuel von dem Wolff'schen Körper wird von der umfassenden Hülle eine zellenreiche Membran geliefert, welche als Brutstätte von solchen zelligen Bildungen zu betrachten ist, die nach der Einwanderung in mit Epithel bekleidete Kanäle den Charakter der Eier annehmen. Auch will ich nur ganz kurz andeuten, dass mich zu diesem Wahrscheinlichkeitsschluss der Umstand geführt hatte, dass die Schläuche stellenweise mit ihrer Basis der Hülle des Ovariums zugekehrt und mit Keimbläschen gänzlich gefüllt sind. Je näher man zum Hilus kommt, desto mehr verengern und verlieren sich die Schläuche. Weitere embryologische Studien müssen darthun, ob die Eier in einer bestimmten, sehr frühen embryonalen Periode den höchsten Grad ihrer Vermehrung rasch erreichen und alsdann die fernere Vermehrung aufhört. Die allgemein anerkannte bedeutende Verminderung der Eier in der späteren Altersperiode weist ja sogar mit der grössten Wahrscheinlichkeit darauf, dass später eine grosse Zahl der Eier zu Grunde geht. Ob die Vermehrung derselben in der frühen Periode durch Theilung und Knospung statt-

findet, will man nach den Angaben Pflüger's bejahen, doch harren die hierfür vorgebrachten Motive weiterer Bestätigung.

Nach diesen Auseinandersetzungen will ich meine Betrachtungen im Specielleren nach den einzelnen Altersstadien der Embryonen auseinandersetzen.

II. Bei einem 24 cmt. langen Kalbsembryo besteht das Parenchym hauptsächlich aus vielfach ausgebuchteten Schläuchen, welche Keimbläschen und runde, bald auch abgeplattete Epithelzellen enthalten. Des zarten Gefüges halber lassen die erwähnten Bestandtheile wenig deutliche Bilder sehen, die in Glycerin aufbewahrt wegen der starken Aufhellung an Deutlichkeit viel einbüssen. Die schärfer contourirten Schläuche stellen meistens Theilstücke des ursprünglichen Schlauches vor, welche an Grösse sehr verschieden und als Uebergänge zu den mit sehr schmaler Epithelialschicht umsäumten primordialen Eisäckchen aufzufassen sind, welche an Zahl gegen den Hilus wahrnehmbar zunehmen. Beim Vergleich der feingranulirten Keimbläschen mit dem übrigen Inhalt der Schläuche zeigen sie einen bestimmteren Charakter, welcher die Unterscheidung der genannten Gebilde bedeutend erleichtert.

Stellenweise sieht man Gruppen von Epithelzellen, welche von mehreren Schläuchen und Primordialfollikeln herrühren, und als artificielle Bildungen, beim Schneiden und Ausbreiten der Präparate hervorgerufen, zu betrachten sind.

Das feinfibrilläre Bindegewebe mit seinen schön geformten Kernen bildet zwischen den Schläuchen und primordialen Eisäckchen bald engere, bald weitere Balken, die die genannten specifischen Bildungen von einander trennen.

III. Bei der Untersuchung des Eierstocks von einem 31 cmt. langen Kalbsembryo fallen sogleich schwarze Körner auf, welche nicht nur die Corticalzone reich durchsetzen, sondern bis zum Hilus reichen und die Gewinnung recht deutlicher Bilder erschweren. Das Parenchym besteht wesentlich aus dicht gedrängten Schläuchen, die hier breiter, dort enger beginnen, Ausbuchtungen und Einschnürungen zeigen und in ein feinfibrilläres Bindegewebe mit flachen, langgezogenen Kernen eingebettet sind. Die Schläuche haben an Länge zu-, an Breite abgenommen, und ihr Verhalten zu den Bindegewebsbalken deutet auf den Vorgang hin, welcher bei der Theilung der Schläu-

che obwaltet. Bei der näheren Betrachtung sieht man die engeren Schläuche Netze bilden, welche die verschiedensten Windungen machen und von schmalen Bindegewebsbalken umgeben sind, deren Fibrillen longitudinal verlaufen und spärliche Kreuzungen zeigen. Zahlreicher sind die weiteren, aber kurzen Schläuche, die an manchen Stellen neue Beweise liefern für den scharfen Beobachtungssinn Pflüger's. Es zeigen sich nämlich in diesen Schlauchtheilen Eier, welche schon von einer Lage Epithels umgeben, das letzte Stadium der Abschnürung der Eisäckchen darbieten. Die noch relativ spärlich vorhandenen Eisäckchen deuten darauf hin, dass der Abschnürungsprocess nur wenig vorgeschritten ist. An den abgesonderten Eisäckchen nimmt man gewisse Veränderungen wahr, welche sich besonders auf die Membrana granulosa beziehen und in der Anordnung der sie bildenden Zellen bestehen. Die Membrara granulosa, welche als Hof den Dotter umgibt, ist entweder nur an einer Stelle oder an zwei gegenüber liegenden Polen bedeutend schmäler. Dies Verhalten der Epithelzellen zeigt auf eine Altersverschiedenheit derselben hin, welche durch den von Pflüger [1]) näher geschilderten Abschnürungsmodus der Primordialfollikel gegeben wird. Allerdings ist der Umstand einer Erwähnung werth, dass die querdurchschnittenen engen Schläuche ähnliche Figuren darstellen, wie die abgeschnürten Eisäckchen, und die Unterscheidung derselben von einander bietet beinahe unüberwindliche Schwierigkeiten dar. Es könnte vielleicht die mehr längliche Gestalt der schiefgetroffenen Schläuche den richtigen Weg zeigen, aber da müssen wir nicht vergessen, dass auch beim Ausbreiten der Schnitte die Eisäckchen solche Formveränderungen annehmen können.

Ausser den Eier enthaltenden, mit Epithel ausgekleideten Schläuchen und abgeschnürten Eisäckchen sieht man Schläuche (Stränge) und Follikel (Zellengruppen), die blos Epithelzellen enthalten, deren Bedeutung ich mir einer späteren Besprechung vorbehalte.

Um das dunkle Aussehen der Schnitte, welches von den oben erwähnten Körnern herrührt, zu vermindern, gibt es nur einen Ausweg, nämlich die Anfertigung möglichst feiner Schnitte. Dass bei Bearbeitung junger Embryonen ein jeder einiges Lehrgeld zahlen muss, braucht kaum erwähnt zu werden. Bessere Schnitte gewinnt

---

1) Pflüger l. c. p. 6—14.

man von im Alter vorgerückten Embryonen, bei welchen das Bindegewebe mehr an Festigkeit zugenommen hat, ohne jene Derbheit zu besitzen, welche späterhin der Anfertigung zweckmässiger Präparate so hinderlich ist.

IV. Die von einem 42 cmt. langen Kalbsembryo gewonnenen Ovarien zeigen Schläuche mit sehr deutlichen Keimbläschen, welche in immenser Zahl vorhanden und von kleineren, mehrere schwarze Pünktchen zeigenden Zellen umgeben sind. Ausser den zahlreich vorhandenen Schläuchen sieht man kurze, nur spärliche Keimbläschen darbietende, von den grösseren Schläuchen abgelöste Theilstücke und auch kleine Eisäckchen mit einer Schicht Epithel ausgekleidet. Einige derselben haben eine feigenähnliche Gestalt.

Bei den Theilungsvorgängen sind mehrere schwer zu verfolgende Umstände von Wichtigkeit, welche für die Beurtheilung des Alters des Embryo werthvolle Aufschlüsse geben können. In der zweiten Hälfte der Schwangerschaft gibt nämlich das Ovarium des Embryo einen Anblick, welcher von den erwähnten Bildern bedeutend abweicht. Statt der weiten Schläuche bemerkt man hie und da enge von grosszelligem Epithel ausgefüllte Stränge und Follikel, welche in ihrer Mitte kein einziges Ovulum sehen lassen. Diese Bilder bieten, abgesehen von den mit glatten Muskelfasern umgebenen Gefässen, viele Aehnlichkeit mit den Kanälen des Parovariums und in manchen Fällen könnte eine solche Täuschung bei embryonalen Gebilden vorkommen. Diese befinden sich aber nicht nur in den dem Parovarium nächsten Partien, sondern man findet sie auch in der Corticalzone. Diesen Umstand zu erklären, muss ich darauf hinweisen, dass in den anfangs geschilderten Schläuchen Keimbläschen von immenser Zahl vorhanden waren, so dass der Nachweis des Epithels manchmal sehr schwierig wird. Dies Verhältniss lässt keine andere Deutung zu, als dass die Epithelzellen in den verlängerten, ausgebuchteten und verschmälerten Schläuchen sich späterhin bedeutend vermehren, und die Schläuche und Follikel ganz ausfüllen. Hierbei sind entweder die Eier zu Grunde gegangen, oder die Vermehrung der Schläuche, d. h. die Abschnürung derselben geschah auf eine solche Art, dass sie keine Ovula erhielten (Schlauchknospen Pf.). Ich war auch bemüht, diese Bilder als Kunstprodukte zu deuten, welche durch Verlust der Eier beim Präpariren entstanden waren; da aber die eilosen Stränge und Zellengruppen in man-

chen Ovarien zahlreich sind, in anderen gänzlich fehlen, da ferner die artificiell-eilosen Follikel in ihrer Mitte meistens eine Höhle zeigen: kann die gedachte Erklärung keine richtige sein. In einigen Strängen und Zellengruppen war es mir möglich, von Epithel bedeckte Eier zu erkennen, anderswo waren sie so klein, dass sie nur schwer von den anderen Zellen unterscheidbar waren. Hienach bin ich geneigt, diese Bildungen in manchen Fällen als zufällige Bilder zu erklären, in andern aber bleibt die Erklärung noch immer schwierig. Die Vermuthung Kölliker's [1]), dass die Ovula durch den Abschnürungsprocess aufgebraucht werden und in den Eisäckchen enthalten sind, scheint mir desswegen nicht gerechtfertigt, weil die Ovula von Anfang an viel zahlreicher sind. Eierstöcke, die in der Cortical- und Subcorticalzone ausschliesslich solche Gebilde enthalten, kamen mir nie vor. Der Umstand, dass sie hauptsächlich in den dem Hilus näher gelegenen Partien und späterhin im Säuglings- und im Kindesalter in der Corticalzone nur selten gefunden werden, scheint darauf hinzuweisen, dass diese Stränge und Zellengruppen höchst wahrscheinlich als Fehler primae formationis zu betrachten sind. Die Annahme, dass diese Zellengruppen mit der Zeit von einwandernden Ovulis bewohnt werden können, scheint mir doch wohl zu problematisch.

V. In Ovarien von 49 cmt. langen Embryonen haben die Epithelialzellen an Grösse und Zahl bedeutend zugenommen und sind von schönster Kugelform. Man findet sie stellenweise in Schläuchen und Gruppen, welche bei gehöriger Einstellung jedoch auch ganz deutliche Eier zeigen. Die Cortical- und Subcorticalzone zeigt nur wenige schmälere Schläuche, die zu Abschnürungen am besten geeignet scheinen; — ausser diesen findet man fertige Eisäckchen, welche an Grösse ziemlich mit einander übereinstimmen und dieser Identität wegen darauf hinweisen, dass der Theilungsvorgang bei den engeren Schläuchen in kurzen Zeiträumen vor sich geht. Die Eisäckchen, Schläuche und Zellengruppen sind beinahe gleichmässig im Parenchym zerstreut und nur durch schmälere Bindegewebsbalken und Blutgefässe von einander getrennt.

VI. Die schönste Anordnung der primordialen Eisäckchen

1) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 1867. p. 558.

geben Schnitte, die von fötalen Ovarien der letzten Schwangerschaftsmonate gewonnen sind, bei welchen das Bindegewebe etwas von seinem embryonalen Charakter eingebüsst hat. Die Eisäckchen lassen hier ganz klar ihre Bestandtheile sehen und besonders fällt der Dotter auf, der als breiter Saum das Keimbläschen umgibt. Wie oben angedeutet, schmiegt sich das Keimbläschen sowohl in den Schläuchen, als auch in den primordialen Eisäckchen der jüngeren Embryonen fast gänzlich an die Wand an, und wird nur bei vorgeschrittener Entwicklung durch den Dotter von derselben getrennt. Dies graduelle Breitwerden des Dotters schreitet bis zu einer gewissen Reifungsperiode vor und bestimmt die Grösse des Ovulums, welche aber auch dann noch bedeutende Unterschiede zeigt. In den schon sehr seltenen Schläuchen scheinen die Eier durch die reichliche Dottermasse zusammengehalten, welche dieselbe brückenförmig verbindet, auch noch nach dem Abschnüren nicht selten als ein Fortsatz zwischen den Epithelzellen gelagert ist und diese von einander trennt, so dass der Follikel als eine gestielte Birne erscheint. Der Stiel zeigt manchmal eine bedeutende Länge und ist von einem einfachen Ausströmen der Dottermasse leicht zu unterscheiden.

VII. Den Theil der Beobachtungen, welche Pflüger an frischen Schnitten bei Ovarien von geschlachteten Kälbern gewonnen hat, habe ich nach diesen viel Zeit raubenden Forschungen mit geringer Mühe bestätigen können. Ich war einige Male so glücklich, hier Schläuche zu finden, besonders ähnlich dem auf Taf. I Fig. 3 gezeichneten. Die Pole der Follikel bieten sich in überraschender Deutlichkeit dar.

Ovarien von Kälbern aus dem Säuglingsalter untersuchte ich nur einige Mal sowohl im frischen Zustande, als in Müller'scher Flüssigkeit erhärtet, und kann versichern, dass man bei erhärteten Präparaten an günstigen Schnitten Schläuche trifft. Ich bekam so das von Pflüger in Tafel II Fig. 7 gezeichnete Bild. Die Auffindung von Schläuchen ist hier mehr eine Glückssache, denn die Entwicklung des Ovariums ist in der Säuglingsperiode bei diesen Thieren viel weiter vorgeschritten, als bei Kindern gleichen Alters.

VIII. Ovarien menschlicher Embryonen sind mir keine zugekommen. Untersuchungen aus diesem Alter haben wir nur von Kölliker und His.

Kölliker [1]) fand bei einem fünfmonatlichen Embryo Drüsenstränge in allen Tiefen der Drüsenzone, doch war in den tiefsten Lagen derselben auch schon eine gewisse geringere Zahl von Eisäckchen abgeschnürt. Im sechsten Monate zeigte sich die Drüsenzone deutlich in zwei Lagen, von denen die innere ganz gesonderte und in Sonderung begriffene Eisäckchen, die äussere Drüsenstränge enthielt. Im siebenten Monate hatte sich die Zone mit gebildeten und in Bildung begriffenen Eisäckchen sehr ausgebreitet und betrug nun den grössten Theil der Drüsensubstanz.

His [2]) hat die Ovarien eines menschlichen Fötus aus der zweiten Schwangerschaftshälfte untersucht. Er spricht nur von Zellengruppen ... von zelligen Anlagen, welche dicht unter der Oberfläche des Eierstocks auftreten; eigentliche Drüsenschläuche, wie sie Kölliker beschreibt, scheint er nicht gesehen zu haben, welcher Umstand vielleicht in der Erhärtung seine Erklärung findet.

Weitere Angaben besitzen wir aus dem Säuglingsalter ausser von Spiegelberg und Langhans, die nur Epithelzellenstränge gesehen haben, von Letzerich, der bei einem zwei Wochen alten in dem siebenten Schwangerschaftsmonate geborenen Säuglinge in den Schläuchen auch Eier wahrgenommen hat.

An diese Angaben schliesst sich meine Untersuchung an. Ich fand bei einem zwei wöchentlichen im achten Monate geborenen Kinde ein längliches, schmales, an vielen Stellen eingekerbtes Ovarium, welches, obwohl im Wasser etwas aufgeweicht und schlaff geworden, bei der Untersuchung im frischen Zustande zahlreiche Theilstücke von Schläuchen zeigte, die meistens mit gleichförmigen Zellen gefüllt erschienen und hie und da spärliche, jedoch deutlich wahrnehmbare Eier enthielten. Nebenbei fanden sich auch zahlreiche, mit schmaler Epithelialschicht umsäumte mikroskopische Follikel. Es sind mir auch einige gestielte Follikel vorgekommen.

Ausser diesem habe ich vier Ovarien aus dem ersten Jahre und zwei aus dem siebenten untersucht. Die Befunde zeigen nichts Besonderes, und da diese in Bezug auf die Entwicklung der Follikel mit den Kalbsovarien übereinstimmen, so will ich hier nur ganz kurz die angetroffenen Bilder skizziren.

In dem Präparat von einem Säuglingsovarium sah ich sehr

1) l. c. c. p. 554.

2) His l. c. c.

deutlich mehrere von der Oberfläche gegen den Hilus gerichtete Schläuche, welche mit Epithelzellen ausgekleidet waren und in ihrer Mitte deutliche Eier zeigten. Zahlreiche Eisäckchen sind im ganzen Parenchym gleichmässig zerstreut und nur durch enge Bindegewebsbalken isolirt.

Die Eierstöcke von den beinahe einjährigen Kindern zeigten ausser den gruppirten Eisäckchen selten einige der besprochenen Stränge und Zellengruppen.

Die von einem 7jährigen Mädchen herrührenden Ovarien zeigen ein mehr entwickeltes Bindegewebe und Follikel in einzelnen Gruppen. Die Follikel sind beinahe gleichgross und lassen ihre Bestandtheile sehr deutlich sehen. Ueberall sieht man deutlich die Ovula, und wo sie bei der Präparirung ausgefallen sind, bleibt ein heller Raum mit der Membrana granulosa umsäumt zurück. An einem Schnitt fand ich einen mit Epithelzellen gefüllten Strang, welcher dicht unter der Hülle anfing und gegen den Hilus eine gabelförmige Verzweigung darbot.

Die hier mitgetheilten Befunde von Kalbs- und Kindsovarien liefern den unbestreitbaren Beweis, dass die Schläuche bei jungen Embryonen mit wenig Mühe beobachtet werden können, und das Auffinden derselben bei Kälbern und bei Kindern im Säuglingsalter und aus den ersten Jahren mehr reiner Zufall ist. Doch will ich hier bemerken, dass obwohl die Ovarien von der Oberfläche bis zum Hilus die verschiedensten Entwicklungsstadien darbieten, man doch in diesen Zeitperioden die Corticalzone hauptsächlich mit mikroskopischen Follikeln besetzt findet.

Ob in späterem Alter auch bei erwachsenen Thieren und Menschen gewisse Entwicklungsstadien vorkommen, welche auf die Entstehung mikroskopischer Follikel durch Abschnürungsvorgänge hindeuten, kann ich mit eigenen Befunden nicht völlig bestätigen. Wohl untersuchte ich im Rokitansky'schen Laboratorium unter der Leitung Biesiadecki's ein Ovarium von einem 18jährigen Weib, aus welchem ich eine Bildung erhielt, welche von Biesiadecki als Drüsenschlauch erklärt wurde, eine Ansicht, die um so glaubwürdiger erscheint, als es mir bei aller Mühe unmöglich war, von demselben und in vielen anderen Ovarien eine ähnliche Bildung zu finden.

Es ist wohl höchst wahrscheinlich, dass Schlauchbildungen, deren Abschnürung zu Eisäckchen ohnehin nicht an bestimmte Zeitperioden gebunden ist, in ihren ferneren Entwicklungen längere Zeit aufgehalten werden und nur mit der Zeit einen weiteren Fortschritt machen. Da von Pflüger solche Drüsenschläuche bei erwachsenen Thieren gefunden sind, ist es zweifellos, dass sie auch beim Menschen vorkommen können, aber das Auffinden scheint Sache des Zufalls zu sein und nur durch weit ausgedehnte mühevolle Forschungen constatirt werden zu müssen.

Die Herleitung der Schläuche oder der mikroskopischen Eisäckchen durch Verlängerung und Theilung älterer Follikel ist keinesfalls gerechtfertigt. Zeichnungen, die Kölliker [1]) in seinem Handbuche gibt und die ich bei den nach der anfangs erwähnten Methode vorbereiteten Ovarien junger Kaninchen mehrmals fand, halte ich für Kunstprodukte, von der Richtung und Ausbreitung der Schnitte verursacht.

Zu den Angaben von Klebs [2]) und Quincke [3]), welche Keimbläschen mit zwei und drei Keimflecken fanden, muss ich bemerken, dass bei jungen Hunden Keimbläschen mit zwei und drei Keimflecken überwiegend sind; dass ferner in den Follikeln (eigentlich diesen ganz identisch scheinenden querdurchschnittenen Schläuchen) mehrere Eier vorkommen und ich bei einem Kalbssäugling sechszehn zählbare Keimbläschen sah: woraus hervorgeht, dass man weder nach den in Mehrzahl vorhandenen Keimflecken, noch von mehrfachen Keimbläschen oder Eiern in einem Follikel oder einem Follikel ähnlichen Gebilde sich berechtigt fühlen kann, auf die Entstehungsart der Follikel zu schliessen, nur die Abschnürung von den aus der frühesten embryonalen Periode herstammenden Schlauchgebilden ist erwiesen.

Schliesslich sage ich dem Herrn Prof. von Recklinghausen für die bei dieser Arbeit mir erwiesene gütige Unterstützung meinen innigsten Dank.

Würzburg, den 18. April 1869.

---

1) Kölliker l. c. p. 559.

2) Klebs in Virch. Arch. XXI S. 362. XXVIII S. 301.

3) Quincke in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII S. 483.

Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren.

Von

Prof. Kupffer

in Kiel.

Briefliche Mittheilung an den Herausgeber [1]).

Sie kennen die Arbeit von Kowalevsky über die Entwickelung der einfachen Ascidien, die Thatsachen an's Licht brachte, welche, wie Nichts Anderes vorher, geeignet sind, die Kluft zwischen Vertebraten und Evertebraten zu überbrücken und der Lehre vom phylogenetischen Zusammenhange anscheinend weit auseinanderstehender Kreise positive Grundlagen zu verleihen. Da, mit Ausnahme von Haeckel, sich, so weit mir bekannt, Niemand zur Sache geäussert hat, scheint das Vertrauen nicht allgemein gewesen zu sein, mit dem man die Leistung aufgenommen. Ich bekenne, selbst nicht zu den Gläubigen gehört zu haben. Um so mehr drängt es mich, es auszusprechen, dass ich durch fortlaufende Beobachtungen während dieses Sommers an der in der Kieler Bucht einheimischen Phallusia canina (Asc. canina Zool. Danic.) vollständig bekehrt worden bin. Die erste Phase der Entwickelung, die Bildung der freischwimmenden Larve aus dem Ei zeigt die Grundzüge der Wirbel-

---

1) Ich freue mich hier anführen zu können, dass ich während eines Ferienaufenthaltes am Kieler Hafen Gelegenheit hatte, von Professor Kupffer unterwiesen, zahlreiche auf verschiedenen Entwickelungsstufen befindliche Eier von Phallusia canina zu untersuchen, und einen grossen Theil der hier beschriebenen merkwürdigen Thatsachen aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Max Schultze.

thierentwickelung in elementarer Klarheit, so dass die Beobachtung etwas geradezu Ueberwältigendes hat. Das Thier das mir zu Gebote stand, scheint keines von den gewesen zu sein, an denen Kowalevsky arbeitete; abgesehn davon, dass er die erste Entwickelungsphase nach Phall. mamillata darstellt, ist seine Ph. intestinalis Linn. wohl nicht mit der canina O. F. Müll. zu identificiren. Ich schliesse das unter Anderm daraus, dass er von den sonderbaren Anhängen der Eihaut bei den von ihm benutzten Arten sagt, sie fielen bald ab, während die analogen Bildungen bei unserer Art, characteristische einzellige Zotten, bis zum Ausschlüpfen der Larve an der Eihaut in regelmässiger Anordnung haften, so dass die geleerten Eihäute stets noch an den Anhängen kenntlich sind.

Die Grundzüge der Entwickelung sind aber dieselben, wie Sie aus dem Folgenden entnehmen werden: das reife Ei besteht innerhalb des Eileiters aus der röthlich braunen Dotterkugel, der zarten Eihaut und den dieser letztern ansitzenden Bildungen, nämlich an der Innenfläche einer einfachen Lage kleiner gelblicher Zellen und aussen einer regelmässig mit den Basen aneinander schliessenden Schicht von langen stumpf kegelförmigen Zotten. Beide Bildungen entstehen bereits innerhalb des Ovariums. Die gelben Zellen treten während der Entwicklung in nähere Beziehung zum Embryo und bilden mit einer Gallertschicht, die zwischen denselben und dem Embryo auftritt den Mantel. Der Mantel ist also eine persistirende Eihülle. die im Ovarium gebildet wird und bezieht keine Elemente aus dem Dotter. — Die Befruchtung des Dotters erfolgt im Freien, nachdem das Ei gelegt ist. Eine Furchungshöhle zeigt sich deutlich, sobald etwa 32 Furchungskugeln da sind; gegen das Ende des Furchungsprocesses kann ich sie aber nicht mehr sehn, sie scheint mir schliesslich durch die vermehrten Furchungskugeln gefüllt zu werden, so dass ich ihre Persistenz als Leibeshöhle, d. h. als schmalen Spalt zwischen Oberhaut und Darmanlage nicht für erwiesen ansehn kann. Die Bildung des Darmschlauchs sehe ich ganz, wie Kowalevsky es schildert, sich vollziehen: der kugelförmige gefurchte Dotter stülpt sich becherförmig ein, die Höhle des Bechers wird zum Darmsack an seiner Wand grenzt sich die äusserste, einfache Lage von Zellen durch einen Spalt von der tiefern ab, als Anlage der Oberhaut: die innerste Schicht wird zur Darmwand. Zwischen dieser und der Oberhaut liegt, wenn der Becher etwa Halbkugelform hat, noch eine dritte Schicht, wie ich an meinem Objecte deutlich unterscheiden kann

Der halbkuglige Becher strebt nun wieder zur Kugelform, indem er seine Mündung verengt, die sich später ganz schliesst. Bevor dieser Schluss erfolgt ist, hat sich das Nervensystem als spindelförmige Höhle gebildet und die Anlage des Schwanzes setzt sich von dem Körpertheil, der Darmhöhle und Nervenhöhle enthält, ab. Ich unterlasse es hier Ihnen die Einzelnheiten über den ersten Anfang der Bildung des Nervensystems auseinanderzusetzen, mir ist es nicht ganz klar, ob die Oberhaut dabei eine Rolle spielt oder nicht. Ueberhaupt bietet dieser Moment der Beobachtung die grössten Schwierigkeiten, weil die Lumina der Höhlen jetzt enge sind, die Anlagen sich zusammendrängen und der Zusammenhang der Zellen noch zu locker ist um einen Druck auf das Deckblatt zu ertragen. — Um so klarer erscheint Alles bald darauf, wenn der Embryo Birnform angenommen hat. Er liegt dann in einer Ebene gekrümmt im Ei, an der convexen Seite findet sich im Körpertheil, unmittelbar unter der Oberhaut die spindelförmige Nervenhöhle, von selbstständiger Wand umgeben; darunter liegt der durch die röthliche Färbung seiner Zellen ausgezeichnete Darmschlauch, gegenwärtig ohne Oeffnung. Die aus einer Doppelreihe viereckiger Zellen bestehende Chorda, von den noch runden Muskelzellen umgeben, ragt ein wenig in den Körpertheil hinein, so dass ihre verlängerte Axe zwischen Nervenhöhle und Darmsack hindurchgehen würde. Man kann sich kein schöneres Modell eines Wirbelthierembryo's denken: an der convexen Seite, oberhalb der Axe, das Nervenrohr, nach der concaven Seite, unterhalb der Axe das Visceralrohr, der Gegensatz von dorsal und ventral liegt so schematisch klar vor, dass ich schwerlich der Uebertreibung geziehn werden dürfte, wenn ich sage, der Anblick muss auf Jeden, der zweifelnd herantritt, überwältigend wirken!

Ohne das Detail im Fortgang der progressiven Entwicklung in solcher flüchtigen Mittheilung Ihnen darlegen zu wollen, mag nur über das Nervensystem noch Einiges gesagt werden. Ich weiche hier von Kowalevsky ab, jedoch in einem Sinne, der seine Auffassung nur erweitert. An unserm Thier bildet sich die spindelförmige Nervenröhre nicht blos zu der annähernd sphärischen Blase um, wie er sie beschreibt und zeichnet, die auf einspringenden Wülsten die beiden absonderlichen Sinnesapparate enthält — von denen übrigens einer durchaus anders gestaltet ist, als bei Ph. mamillata — sondern es erstreckt sich von der Blase aus nach

hinten in den Schwanz hinein ein derber Nervenstrang, der einen feinen in die Höhle der Blase sich öffnenden Centralkanal enthält. Dieser Strang schiebt sich mit seinem Hinterende zwischen die Muskeln des Schwanzes, so dass sich die Grenze da verwischt. — Das Vorderende der Chorda befindet sich also thatsächlich, nicht blos in der ideellen Verlängerung, unterhalb des Centralnervensystems. Es ist ein blasiger vorderer und ein strangförmiger hinterer Theil an dem letztern zu unterscheiden.

So ist es auf der Höhe der progessiven Entwicklung an der ausgeschlüpften freibeweglichen Larve zu sehn. Mittlerweile haben sich auch die beiden Oeffnungen des Darmschlauchs gebildet, indem die Oberhaut kegelförmig nach innen wuchert, bis zur Verschmelzung mit der Darmwand, in der Axe der Wucherung erscheint dann ein Kanal. Der Mantel schliesst aber beide Oeffnungen noch lange. — Mit Ausnahme der dorsalen Seite, wo das Nervensystem einerseits dem Darmschlauch, andererseits der Oberhaut enge anliegt, entfernt sich im Uebrigen die Oberhaut von der Darmwand, d. h. es entsteht eine geräumigere Leibeshöhle, die nun eine sich stetig vermehrende Menge kleiner rundlicher Zellen enthält.

Damit ist der Höhepunkt der Entwicklung in dieser Richtung erreicht und es beginnt nun die zweite Phase, die, vom Standpunkte der Stammesentwicklung aus, regressive. Eingeleitet wird dieselbe durch eine Periode der Ruhe, nachdem die freischwimmende Larve sich in der schon mehrfach beschriebenen Weise angeheftet hat. Während derselben verkümmern die Chorda, die Stammesmuskulatur und die Oberhaut des Schwanzes vollständig, indem sie auf einen kugligen Haufen zusammenschnurren und verfetten; das Nervensystem leitet die Rückbildung wenigstens ein, erhält sich aber länger in ähnlichen Umrissen, als es vorher besass, wenn auch stetig an Volumen abnehmend. So lange noch ein Rest der Organe des Schwanzes zu sehn ist, erblickt man auch noch einen fadenförmigen Strang des Nervensystems dahin ziehn, der die frühere Beziehung zwischen diesem und der Schwanzmuskulatur andeutet. — Der Kiemendarmschlauch macht nicht wesentliche Fortschritte, denn schon bei der freischwimmenden Larve war der Kiemensack deutlich vom Darm abgesetzt und es hatte sich die Anlage der Flimmerrinne bereits früh ausgeprägt, ohne aber Flimmern zu zeigen. Was während dieses Ruhezustandes, den die Abwesenheit jeglicher Bewegung characterisirt, ausgebildet wird, das ist das Herz,

das aus einer Gruppe jener kleinen runden Zellen innerhalb der Leibeshöhle entsteht, während der Rest derselben an Zahl zunehmend sich zu amöboiden Zellen gestaltet, die durch die beginnenden Pulsationen des Herzens in Bewegung gesetzt werden. Es sind die Blutkörperchen oder richtiger Lymphkörperchen, die Leibeshöhle ist ein Lymphraum. Mit der beginnenden Action des Herzens bricht die Ruheperiode, ein wahrer Puppenzustand, ab, der Kiemensack erweitert sich, die Rinne an seiner Wand erhält Flimmercilien, die Eingangs- und Auswurfsöffnung durchbrechen den Mantel und damit tritt denn auch die äussere Form der Ascidie mehr hervor.

So viel vorläufig über diese Dinge. Ich denke Ihnen noch im Laufe der Ferien die eingehende Darstellung für das Archiv zu übersenden.

Ueber Radiolarien und Radiolarien-artige Rhizopoden des süssen Wassers.

Von

Dr. Richard Greeff,
Privatdocenten in Bonn.

Erster Artikel.

Mit Taf. XXVI und XXVII.

Es ist eine sehr in die Augen fallende Erscheinung, dass einerseits zwischen der Meeresfauna und der des süssen Wassers eine grosse Uebereinstimmung bezüglich des Baues und der Lebensweise einiger Thiergruppen herrscht und andrerseits eine ebenso grosse Verschiedenheit, ja dass ganze Klassen und Ordnungen der Meerthiere im süssen Wasser gar keine, sehr spärliche oder endlich nur höchst zweifelhafte Vertreter finden. Im Allgemeinen kann man für diese Erscheinung den unendlich grösseren Formenreichthum des Meeres geltend machen. Sein gewaltiges Revier genügt einer fast unbeschränkten Zahl und Mannigfaltigkeit der Formen und Individuen und bietet neu auftretenden Bedürfnissen und Lebensbedingungen immer neue Befriedigung. Ausserdem ist der allseitigen Verbreitung, Mischung und Kreuzung nicht bloss keine Schranke gestellt, sondern dieselbe wird theils auf passivem Wege durch die täglichen mächtigen Bewegungen des Meeres, durch seine zeitweise auftretenden oder stetigen Strömungen u. s. w., theils durch die nach allen Richtungen ungehinderten aktiven Wanderungen der Wasserthiere ununterbrochen befördert.

Die Bewohner des süssen Wassers sind in dieser Beziehung bei der natürlichen Züchtung zurückgeblieben. Ihre verhältnissmässig kleinen und abgegrenzten Bezirke, in Verbindung mit den darin gebotenen gleichförmigen und einfachen Lebensbedingungen gestatteten und gestatten immer nur einer beschränkten Anzahl von Individuen

und Formen Raum und Nahrung und treten auf der anderen Seite auch durch die erschwerten oder versperrten Verbindungsstrassen der weiteren Verbreitungsfähigkeit hinderlich in den Weg. Hierdurch aber ist dem Variiren, d. h. der Entwicklung einer grösseren Mannigfaltigkeit der Lebensformen eine beständige Schranke entgegengestellt, die ausserdem noch durch die häufige Vernichtung reichen Thierlebens durch Austrocknung der Gewässer u. s. w. vergrössert wird.

Unter diesen Umständen bleibt es immerhin eine interessante und für die Erforschung der Bildungswege der thierischen Formenwelt in mancher Beziehung nicht unwichtige Aufgabe, die Verbindungsfäden zwischen jenen beiden Revieren so viel wie möglich dennoch herzustellen, d. h. in unserem Falle die anscheinend der Meeresfauna eigenthümlichen Typen, wenn auch nur oft die Fusstapfen derselben, im süssen Wasser nachzuweisen.

Zu jenen Organismen-Gruppen nun die bisher nur gewissermassen jene Fusstapfen im Süsswasser haben auffinden lassen, gehört auch die im Meere so vielgestaltige Rhizopodengruppe. Bloss von den nackten Rhizopoden, den sogenannten Amöben, und den einschaligen, den Monothalamien, findet sich eine beschränkte Anzahl im süssen Wasser wieder, während von den kalkschaligen Polythalamien, die sowohl als fossile Meeresfauna durch ihre Mächtigkeit in Erstaunen setzen, als sie auch als noch lebende Organismen in fast allen Meeren unter den mannigfaltigsten Gestalten und in ungeheuern Massen verbreitet sind, bisher kein einziger Repräsentant aus dem süssen Wasser bekannt geworden ist. Fast ebenso verhält es sich mit den in manchen, namentlich den südlichen Meeren, an Formen und Farben so überaus reichen Radiolarien. Schon mehrfach indessen hat man versucht, zwischen den letzteren und einigen Süsswasser-Rhizopoden Verbindungen anzuknüpfen ohne bisher zu einem befriedigenden Resultate gekommen zu sein. Es dürfte desshalb nicht unwillkommen sein, diese Verbindung hier befestigt zu sehen und im Folgenden eine Reihe von zum Theil bisher unbeschriebenen Organismen des süssen Wassers kennen zu lernen, die entweder den Radiolarien sehr nahe stehen oder die man ohne Bedenken denselben anschliessen kann. Der Grund, wesshalb die meisten derselben, und gerade die charakteristischen, trotz der vielfachen und gründlichen Erforschung der mikroskopischen Süsswasserfauna während der letzten Decen-

nien, der Beobachtung entgangen sind, mag einentheils in dem seltenen und, wie es scheint, an gewisse lokale Bedingungen geknüpften Vorkommen liegen, anderntheils in der sehr geringen Grösse. Ich bin sehr geneigt zu glauben, dass unter Berücksichtigung dieser Momente bei weiterer Nachforschung sich der hierher gehörige Kreis in nicht langer Zeit bedeutend erweitern lasse. Insbesondere aber möchte sich, wie ich glaube, bei diesen Untersuchungen ein sehr ergiebiges Feld zu Ermittelungen über manche bisher noch dunkel gebliebene Punkte des Baues und vor Allem der Entwicklung der Radiolarien bieten. Die Verhältnisse sind hier viel einfacher und übersichtlicher, der längeren ungestörten Beobachtung leichter zugänglich und gewinnen gerade durch die merkwürdigen Uebergangsformen ein erhöhtes und fruchtbares Interesse.

In erster Linie gehören zu diesen Uebergangsformen die Actinophryen des süssen Wassers, die bekanntlich bisher hauptsächlich zu jenen Versuchen, eine Verbindung mit den Radiolarien zu finden, gedient haben. Den ersten Hinweiss hierauf gaben die schönen Beobachtungen von M. Schultze über den Bau von Actinophrys (Actinosphaerium) Eichhornii. Später sind diese Versuche sowohl an den Actinophryen als an den damit verwandten aber bereits abgezweigten Rhizopoden von Carter, Cienkowski, Archer, Haeckel, Greeff, Focke u. s. w. und schliesslich von Kölliker und Grenacher wiederholt und erweitert worden. Ich beabsichtige die eigentlichen Actinophryen im Anschluss an diese Mittheilungen ausführlicher zu behandeln und verspare bis dahin sowohl die erforderlichen Betrachtungen über die bereits ziemlich reichhaltig, namentlich von Actinophrys Eichhornii, sol, oculata etc. vorliegenden Beobachtungen [1]), wie die Resultate meiner eignen Untersuchungen. Doch werden wir gleich unten bei dem ersten der von uns beschriebenen Rhizopoden, der Clathrulina elegans, sowie auch später Gelegenheit finden, einige allgemeine Gesichtspunkte für die morphologischen Homologieen mit den Radiolarien zu erörtern und

---

1) Sowohl die über die Actinophryen bisher gewonnenen Beobachtungen wie die hier vorgelegten, sind bereits von mir mitgetheilt worden: in der allgemeinen Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde vom 7. Juni 1869. Siehe die Sitzungsberichte im 26. Bd. S. 82. Daselbst wurden auch schon die beiden hierher gehörigen lithographirten Tafeln vorgelegt.

zu begründen und hierbei auch auf einige bezüglich der Actinophryen gemachten Beobachtungen Rücksicht nehmen müssen.

Clathrulina elegans Cienkowski.

Taf. XXVI. Fig. 1—7.

Unter diesem Namen gab vor zwei Jahren Cienkowski[1]) eine vortreffliche auf sorgfältige Beobachtung gestützte Beschreibung eines von ihm entdeckten sehr merkwürdigen Rhizopoden, der frei in einer kugeligen Gitterschale wohnte und durch die weiten Oeffnungen der Letzteren seine feinen Pseudopodien strahlenförmig nach aussen streckte. Das Gehäuse selbst sass auf einem langen Stiele, der wiederum an fremden Gegenständen oder an den Gitterstäben eines anderen Individuums befestigt war.

Cienkowski stellte die Clathrulina als besondere Gattung zu den Actinophryen, deutete aber zu gleicher Zeit auf die in derselben möglicher Weise hervortretende Verwandtschaft mit den Radiolarien hin. Er fand das Thierchen zuerst in Petersburg und später auch in Deutschland (Dresden, Franzensbad).

In demselben Jahre und zwar dem Datum nach früher finden wir eine kurze Notiz von Archer[2]) über einen Rhizopoden, der allem Anscheine nach identisch mit Clathrulina sein möchte. Derselbe wird als eine Actinophrys bezeichnet, die in einer durchlöcherte Kugel wohne und durch die Oeffnungen derselben seine Pseudopodien nach aussen strecke. Durch diese Eigenschaften, wenn man von den »gelben Zellen« absehen wolle, sei eine grosse Verwandtschaft dieses Rhizopoden mit den Radiolarien und zwar zunächst mit den Ethmosphaeriden ausgesprochen.

Auch E. Haeckel giebt an die Clathrulina bei Jena beobachtet zu haben und stellt dieselbe zu den Monothalamien unter die Acyt-

---

1) Dieses Archiv Bd. III. 1867. S. 311. Taf. XVIII.

2) Quarterly Journal of microscopical science Vol. VII. 1867. S. 295. Würde es festgestellt werden können, dass, wie zu vermuthen ist, der von Archer beobachtete stiellose Rhizopode mit der Clathrulina von Cienkowski übereinstimmt, so wurde jenem natürlich die Priorität der Publikation zuertheilt werden müssen.

tarien [1]). Ich habe meinerseits seitdem manche Zeit und Mühe auf die Auffindung dieses interessanten aber äusserst seltenen Geschöpfes verwandt bis es mir endlich geglückt ist desselben in einem stehenden Gewässer in der Nähe von Bonn habhaft zu werden. Es sei mir gestattet über die lokalen Verhältnisse dieses Fundortes die mir in mehr wie einer Hinsicht namentlich auch für das Vorkommen der später beschriebenen Thiere bemerkenswerth zu sein scheinen, einige Worte mitzutheilen.

An einem meist mit niedrigen Eichen bewaldeten Abhang liegen mehrere kleine Sümpfe, die von Erlen so dicht überwölbt sind, dass die Lichtstrahlen nur sehr spärlich einzudringen vermögen. Fast alle diese Sumpfbecken stehen durch schmale Wasserstrassen mit einander in Verbindung oder sind von Inseln mit Baumgruppen unterbrochen. Der Grund ist ein mooriger und mit faulenden Blättern und Pflanzentheilen tief bedeckt, so dass hierdurch und durch den von dem Abhang über das Eichenlaub herabströmenden Regen das Wasser eine Madeira-Wein- bis tief ambra-braune Färbung angenommen hat. Bloss in einem einzigen dieser Becken fand ich die Clathrulina. Ich habe die andern, namentlich die benachbarten, die mit dem ersteren in direkter Verbindung standen, auf's sorgfältigste untersucht, aber niemals auch nur eine Spur davon aufgefunden. Kaum würde man eine anscheinend grössere Gleichheit der Lebensbedingungen finden als für die Bewohner dieser sämmtlichen Wasserbecken, und doch eine so einseitige und scharfe Begrenzung des Verbreitungsbezirkes. Man könnte freilich einwenden, dass dennoch in den anderen Becken die ohnehin seltene Clathrulina lebte, nur dass sie nicht hat aufgefunden werden können. Indessen steht diese Erfahrung durchaus nicht vereinzelt da und sie mag in dieser Beziehung bloss als Beispiel für viele angeführt werden. Es kommen, wie ich hier hervorheben möchte, in solchen Fällen ohne Zweifel noch besondere Lebensbedingungen zur Wirkung, die der Beobachtung schwer zugänglich sind und sich in engen Grenzen lokalisiren.

Um indessen zur näheren Betrachtung unserer Clathrulina zurückzukehren, so ist das auffallendste Merkmal derselben und das, was sie zunächst mit der hier zu behandelnden Rhizopoden-Gruppe verknüpft, das von ihr bewohnte Gittergehäuse. Dasselbe stellt eine meist birnförmige, häufig fast kugelige Schale dar, die allseitig

1) Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. IV. Bd. S. 127.

von rundlichen oder abgerundeten polygonalen und verhältnissmässig weiten Oeffnungen durchbrochen ist (Fig. 1 u. 2). Das diese Oeffnungen bildende und überall fest und continuirlich zusammengefügte Gitterwerk ist nicht von cylindrischen soliden Stäben gebildet, sondern von solchen, die auswärts rinnenförmig ausgehöhlt sind (Fig. 5).

Eine zweite ebenfalls sehr merkwürdige Eigenthümlichkeit dieses Gehäuses ist, dass dasselbe nicht frei ist, sondern auf einem feinen röhrenförmigen ungefähr 2—3 Mm. langem und den einzelnen Stäben des Gitters an Dicke gleichen Stiele sitzt, der sich wiederum seinerseits mit seinem hinteren Ende an fremde Gegenstände oder an den Gitterstäben eines anderen Individuums befestigt und zwar in der Regel mit einigen kurzen wurzelartigen oder gabelig auseinandergehenden Ausläufern (Fig 1 u. 6). So sehen wir oft, dass auf den Gitterstäben eines Individuums eine ganze Gesellschaft von anderen im Umkreise radienartig sich angesetzt hat (Fig. 2). Auf den letzteren sitzen oft noch wiederum neue Individuen, so dass sich auf diese Weise eine fächer- oder büschelförmige Colonie von Clathrulinen, nach oben immer breiter werdend, aufbauen kann. Diese Neigung zur Colonien-Bildung ist sehr merkwürdig und wir werden unten auf dieselbe noch mit einigen Bemerkungen zurückkommen.

Die dritte für uns ganz besonders beachtenswerthe Eigenthümlichkeit der Clathrulina ist, dass beides Gehäuse, und Stiel, aus Kieselerde gebildet sind, was durch die Untersuchung von Cienkowski bereits wahrscheinlich gemacht worden ist. Concentrirte Schwefelsäure bewirkt bei längerer Einwirkung keine Veränderung resp. Lösung dieser Gebilde, ebenso wenig werden dieselben durch Glühen zerstört. Zerdrückt man eine der oben beschriebenen Büschelkolonien unter dem Deckglase, so empfindet und vernimmt man ein Knistern, das uns unzweideutig zu der Vorstellung der festen glasartigen Beschaffenheit der zerdrückten oder vielmehr zerbrochenen Gebilde führt. Dieselbe Ueberzeugung giebt uns die nähere mikroskopische Betrachtung der hierdurch erzeugten Bruchstücke.

Der von diesem Gehäuse eingeschlossene Rhizopode wird von Cienkowski als ein in allen Punkten mit einer Actinophrys übereinstimmender bezeichnet. Indessen ergeben sich bei näherem Vergleich mit den uns bisher bekannten eigentlichen Actinophryen, vornemlich Actinophrys Eichhornii und Sol, einige Unterschiede. Der

Körper der letzteren ist an seinem äussern Umfange abgerundet und im Allgemeinen springt bloss die contractile Blase über die Peripherie vor. Von diesem bald mehr scheibenförmigen (A. Eichh.), bald mehr kugeligen (A. Sol) Körperumfang treten die einzelnen Pseudopodien strahlenartig nach allen Richtungen aus, meist einzeln und sich isolirt haltend, im Ganzen aber mit nur geringer Neigung zur Verschmelzung und Anastomosenbildung und namentlich zur Verzweigung nach der Spitze zu.

Clathrulina hingegen hat eine an seinem äusseren Umfang lappige Gestalt, hauptsächlich hervorgebracht durch die mit breiter Basis hervortretenden Pseudopodien, die sich sowohl hier am Grunde oft mehrfach als auch zuweilen an der Spitze theilen und ausserdem häufig untereinander Anastomosen bilden. Ferner zeigt uns der Protoplasmakörper von Act. Eichhornii und Sol einen durchweg blasigen Bau, während Clathrulina bloss einige nicht zusammenhängende in dem Körper unregelmässig zerstreute Vacuolen (Fig. 7) wahrnehmen lässt, die, den Contractionen des Protoplasmas folgend bald hier bald dorthin wandern und zuweilen sogar in die Basis der Pseudopodien und über diese hinaus von den letzteren umschlossen nach aussen treten (Fig. 7). Ebenso fehlt der Clathrulina elegans eine contractile Blase. Cienkowski berichtet indessen von einer Varietät der Cl. elegans, deren Gehäuse beträchtlich kleiner und zarter ist, im übrigen aber mit der letzteren übereinstimmt. In einem wesentlichen Punkte weicht diese Varietät aber von der Hauptart ab, nämlich dadurch, dass sie ausser den auch ihr zukommenden Vacuolen einen an der Peripherie gelegenen pulsirenden Hohlraum besitzt. Ich habe diese Varietät auch einigemale gesehen, aber leider nur das leere Gehäuse derselben kann also aus eigener Anschauung über die interessante Beobachtung nichts anführen.

Was den übrigen Bau von Cl. elegans betrifft, so stimmen meine Beobachtungen mit denen Cienkowki's im Wesentlichen überein. Innerhalb des ausgewachsenen und dann braungefärbten Gitterhauses ist die Beschaffenheit des Protoplasmakörpers und dessen Inhaltstheile nur undeutlich zu erkennen. Man muss zu dieser Prüfung die ganz jungen Thiere wählen, deren Gehäuse eben in der Bildung begriffen ist oder erst als zartes glasartig-durchsichtiges Gitterwerk den jungen Rhizopoden umschlossen hat (Fig. 5). An solchen Exemplaren erkennt man, dass das Protoplasma ein

ichliche Menge kleiner und grösserer, dunkelglänzender Körnchen thält, die sowohl im Innern umhergetrieben werden, als sie auch dem Umfange der Pseudopodien mit nach aussen treten und rt in ziemlich lebhafter Bewegung auf- und abwandern. Bei nstigen, durchsichtigen Exemplaren habe ich auch die fast bei en Actinophryen vorkommende Zusammensetzung der Pseudopo- n in Axen- und Rindensubstanz deutlich wahrgenommen und in n meisten Fällen auch die Axenfäden bis ins Innere verfolgen nnen, indessen wegen des die Einsicht störenden Gehäuses nie- ls so weit als bei Actinophrys Eichhornii, Sol u. s. w.

Ausser den bereits oben erwähnten der Zahl nach wechseln- n Vacuolen, befindet sich nun noch und wie es scheint constant n bläschenartiger Kern im Innern des Protoplasma's. Der- be ist indessen in der Regel schwer zu sehen, namentlich durch Gitter des braunen Gesäuses hindurch, und man muss ihn dess- b, wie auch Cienkowski bemerkt, in den jungen Individuen : noch farbloser durchsichtiger Schale aufsuchen. Aber auch r ist er erst nach sorgfältiger Untersuchung zu erkennen, da er t ebenso blass ist wie die ihn oft umgebenden Vacuolen. Erst durch satz von Essigsäure wird er dunkler granulirt und tritt sodann tlicher hervor. Ich habe mich vielfach bemüht, die Beschaffen- t dieser Kernsubstanz, die für die Natur und Stellung unseres izopoden, wie wir unten sehen werden, von wesentlichem Interesse , bezüglich ihrer genaueren histologischen Struktur vermittelst rker Vergrösserung zu prüfen, namentlich auch auf eine mög- e Verbindung mit den Axenfäden der Pseudopodien. Das mir Gebote stehende und allein hierfür zu benutzende Material an gen durchsichtigen Exemplaren ist indessen bisher so gering ge- en, dass ich bei der ohnehin an lebenden Thieren in diesem nkte schwierigen Untersuchung kein sicheres Urtheil erlangt habe.

Zuweilen sieht man noch neben diesen Bestandtheilen einige naft braunroth gefärbte Körner im Innern, von denen ich nicht ss, ob ich ihnen eine besondere Bedeutung beilegen soll, nament- da sie nicht constant sind und auch nicht mit den übrigen nern über die Peripherie nach aussen treten.

Die Fortpflanzung der Clathrulina findet, wie uns bereits schönen Beobachtungen Cienkowski's lehren, auf zweifache se statt, nämlich erstens durch Theilung und zweitens durch stenbildung.

Die Theilung erfolgt innerhalb des Gehäuses durch Abschnü-rung in zwei Hälften. Der eine Theilungssprössling schiebt sich bald nachher durch eine der Gitteröffnungen nach aussen, durchlebt hier ein kurzes, einige Stunden anhaltendes, Stadium eines freien Actinophrys-artigen Rhizopoden, um demnächst unter Ausscheidung von Stiel und Schale sich festzusetzen und so in eine vollkommene Clathrulina zu verwandeln.

Die zweite Art der Fortpflanzung geschieht durch Embryonen-Bildung. Es bilden sich zunächst durch fortgesetzte Zweitheilung innerhalb des Gehäuses mehrere (ich zählte bis zu 10 in einem Individuum)-Sprösslinge, die sich mit einer festen Schale umgeben und so als kugelige Cysten einige Monate bis zur Zeit des Ausschlüpfens in ihrem gemeinschaftlichen Entstehungsort bleiben. Dann schlüpfen die Jungen aus ihren Cysten, schieben sich wie die direkten Theilungssprösslinge durch das Gitter hindurch, um in Gestalt von eiförmigen Embryonen vermittelst Wimperbewegung einige Stunden umherzuschwärmen, worauf wieder ein kurzes freies Actinophrys-Stadium folgt, das mit Ausscheidung von Stiel und Gehäuse endigt.

Ich habe die hier angeführten Thatsachen wie sie von Cienkowski Schritt vor Schritt verfolgt und ausführlich beschrieben worden sind, wegen des mir nur spärlich zu Theil gewordenen Materials nicht in derselben Ausdehnung wiederholen können. Doch habe ich die wesentlichsten Momente beider Fortpflanzungsarten, sowohl der direkten Theilung wie der Cystenbildung, aufs deutlichste und zu wiederholten Malen beobachtet und kann für die letztere noch hinzufügen, dass die von den Embryonen gebildete Cyste eine grosse Resistenz gegen Reagentien besitzt, so dass ich versucht bin sie ebenfalls für eine Kieselhülle zu halten, und dass ferner die Oberfläche derselben mit feinen und kurzen Stacheln rundum besetzt ist (Fig. 4). Die Embryonen sind gleich nach der Theilung, d. h. so lange sie noch in ihren Cysten sind, rund, haben einen körnigen Inhalt und lassen im Centrum einen verhältnissmässig grossen blassen Kern erkennen (Fig. 3).

Wenn wir nun auf den Bau und die Lebenserscheinungen unserer Clathrulina einen Rückblick werfen, um eine Ansicht über die Stellung dieses Rhizopoden im System zu gewinnen, so scheint sich uns alsbald ein willkommner Wegweiser in dem zierlichen aus Kieselerde gebildeten Gitterhaus, das derselbe bewohnt, zu bieten. Würde man

wohl, wenn man dieses Gehäuse, namentlich unbewohnt und ohne Stiel, im Meere oder im fossilen Zustande anträfe, einen Augenblick Anstand nehmen, dasselbe als zu den eigentlichen Polycystinen gehörig anzusehen? Wohl ebensowenig als man dasselbe ohne Bedenken der Haeckel'schen Familie der Ethmosphaeriden und zwar zunächst der Gattung Heliosphaera anschliessen würde, unter welcher es bezüglich der Art Heliosphaera inermis sehr nahe stehen würde.

Bei näherer Betrachtung der Skelettheile unserer Süsswasserform indessen tritt uns in dem hier vorhandenen Stiel, mit dem sich die einzelnen Gehäuse an fremden Gegenständen oder an Gitterstäben eines anderen Individuums befestigen, eine Eigenthümlichkeit entgegen, die wir mit den bisher bekannten fast ausschliesslich pelagischen, d. h. frei an der Oberfläche des Wassers umherschwimmenden Radiolarien des Meeres schwer zu vereinigen vermögen. Indessen würde dieser Differenzpunkt in der äusseren Lebensweise selbstredend keine ernstliche Scheidung bewirken können, sondern wir würden im Gegensatz zu den pelagischen auch solche Radiolarien kennen gelernt haben, die als ausgebildete Individuen keiner selbstständigen Lokomotion mehr fähig, d. h. festsitzend sind. Dem äussern Skelet nach können wir also unsere Clathrulina unbedenklich den Radiolarien anschliessen.

Es fragt sich nun, und das ist ohne Zweifel die wichtigste Frage, wie sich der Bewohner dieses Radiolarien-Hauses zu jenem Anschluss verhält. Die wichtigsten Eigenthümlichkeiten der Radiolarien resp. des Weichkörpers derselben, die sie von allen übrigen Rhizopoden bisher getrennt gehalten haben, sind bekanntlich die Centralkapsel und die sogenannten gelben Zellen. Allein bloss die erstere bildet den gewissermassen souveränen Charakter, der die Radiolarien über alle andern Rhizopoden erhebt und sie von ihnen scheidet während die gelben Zellen der ganzen Familie der Acanthometriden fehlen und auch sonst wohl in sehr wechselnder oft verschwindend geringer Anzahl vorhanden sein könnnen.

Es liegt bis jetzt bloss eine einzige Beobachtung über einen als marine Radiolarie beschriebenen Rhizopoden vor, bei dem eine Centralkapsel und mit ihr auch eine Binnenblase vermisst wurde, nämlich bei der von A. Stuart aufgefundenen *Coscinosphaera ciliosa* [1]). Doch kann man einerseits gegen die Radiolarien-Natur

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. XXVI. 1866. S. 328. Taf. XVIII.

dieses kalkschaligen offenbar den Foraminiferen weit näher stehenden Wesens [1]) gerechte Bedenken erheben und andererseits legt der Verfasser selbst über den von ihm behaupteten Mangel einer Centralkapsel keine Sicherheit an den Tag, da er angiebt bloss während eines ganz besonderen Stadiums seine Coscinosphaera beobachtet zu haben, nämlich während der Theilung und zugleich gesteht, dass zu anderen Zeiten jene vermissten Gebilde möglicher Weise vorhanden sein könnten. Ich glaube daher, dass man bis auf Weiteres von der Verwerthung dieser Beobachtungen in obigem Sinne abzusehen genöthigt ist, und somit der Centralkapsel ihren ursprünglichen wichtigen systematischen Charakter belassen muss.

Betrachten wir nun den Weichkörper unserer Clathrulina bezüglich dieser Gebilde und der Radiolarien-Verwandtschaft überhaupt, so können wir denselben im Allgemeinen, als Protoplasma-Körper in den Eigenschaften wir ihn oben kennen gelernt, wohl ohne Bedenken einen Radiolarien-ähnlichen nennen. Nach dem einen Hauptcharakter des Radiolarien-Körpers aber den gelben Zellen werden wir uns bei Clathrulina vergeblich umsehen, da ich vor der Hand weit entfernt bin, in den nicht einmal constanten braunrothen Körnern eine Anknüpfung hierfür zu sehen. Ebenso wenig werden wir voraussichtlich im Stande sein, ein histologisch so differenzirtes Gebilde, wie die Centralkapsel bei den meisten Radiolarien sich darstellt, in seinem ganzen Umfange, hier wieder zu finden. Wir haben bei Clathrulina statt dessen bloss den im Inneren gelegenen Kern, der vor der Hand bloss als ein bläschenförmiges blasses Gebilde ohne besondere Differenzirung erkannt worden ist. Indessen müssen wir zunächst berücksichtigen, dass wir uns hier sehr kleinen und einfachen Orga-

1) Einen ähnlichen der Coscinosphaera sehr nahe stehenden Rhizopoden habe ich selbst vor einigen Jahren in der Nordsee aufgefunden, und hierüber auch bereits Mittheilung gemacht (Verhandlungen des naturhistor. Vereins von Rheinland und Westphalen, 26. Bd. Sitzungsberichte S. 82). Das Gehäuse stellt eine mehr oder minder kugelige Schale dar, deren Oberfläche mit feinen und kurzen Kalknadeln ganz besetzt ist. Die Kapsel besitzt ringsum mehrere rundliche Oeffnungen, durch welche die verhältnissmässig dicken Pseudopodien wie lange stäbchenartige Fortsätze hervorgestreckt werden. Ich stehe selbstredend nicht an, diesen Rhizopoden zu den kalkschaligen Foraminiferen (Monothalamien) zu stellen. Eine merkwürdige Abweichung sind die grossen Oeffnungen mit den entsprechenden breiten stäbchenförmigen Pseudopodien.

nismen gegenüber befinden, die, wie wir bereits früher ausgesprochen haben, in morphologischer Hinsicht gegen die verhältnissmässig hoch ausgebildeten Radiolarien des Meeres weit zurückgeblieben sind. Wir können desshalb auch dort nur einfache Bildungen an Stelle der Organe beanspruchen, die hier bereits eine grössere Differenzirung erlangt haben. Es scheint somit consequent, wenn man nicht nach morphologisch durchaus aequivalenten Organen sucht, sondern nach Anfängen derselben oder solchen Gebilden, die in unserm Falle gewissen wesentlichen Theilen der Centralkapsel entsprechen. Unter allen den mannigfachen Inhaltstheilen der Centralkapsel möchte wohl der Kern des Kerns, die im Centrum der Kapsel gelegene Binnenblase, obgleich dieselbe von Haeckel nicht zu den constant aufgefundenen Gebilden der Radiolarien aufgeführt wird, derjenige Theil sein, der sich morphologisch am naturgemässesten an das centrale Bläschen der Clathrulina und vieler anderer hierhergehörigen Organismen anschliessen lässt. Es sind Anzeichen vorhanden, dass auch die physiologischen Eigenschaften dieser beiden Gebilde einander nahe stehen. E. Haeckel spricht in seinem Radiolarien-Werke von einer sehr deutlichen strahligen Anordnung der feinen Körnchen der Binnenblase und führt mehrere Beobachtungen vor, dass die Membran der Binnenblase in vielen Fällen von Porenkanälen rings durchsetzt ist [2]). Ebenso sah er die Membranen der Centralkapseln von Thalassicolla nucleata und pelagica von sehr dichten feinen parallelen Strichen durchsetzt, von denen ihm wahrscheinlich ist, dass sie auf feine Porenkanäle zu beziehen seien.

In der neueren Zeit nun hat Schneider weitere sehr interessante Beobachtungen an Thalassicolla nucleata gemacht [1]), aus denen hervorzugehen scheint, dass die Centralkapsel mit ihrem Inhalte der wesentlichste Theil des ganzen Radiolarienkörpers und der bisherigen Annahme entgegen, die extracapsuläre Sarkode an physiologischem Werth übertrifft, ja dass die letztere von der ersteren ausgeschieden wird. Aber nicht bloss die extracapsuläre Sarkode sah Schneider aus der Centralkapsel sich erneuern, sondern durch die Porenkanäle derselben, und das ist für uns von

1) E. Haeckel: die Radiolarien S. 82.

2) Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv f. Anat. und Physiologie 1867. S. 509.

besonderer Wichtigkeit die Pseudopodien nach aussen hervortreten. Die Pseudopodien oder vielmehr die Axenfäden derselben sind also das Produkt der intracapsulären Sarkode. Aus welchen Gebilden des Centralcapselinhaltes aber diese Axenfäden hervorstrahlen ist durch die Untersuchung bisher nicht festgestellt. Es liegt indessen sehr nahe, wenn man die oben angeführte von E. Haeckel beobachtete Struktur der Binnenblase von Thalassicolla nucleata berücksichtigt und namentlich auch die von ihm gegebenen sehr charakteristischen Abbildungen [1]) betrachtet, dass gerade dieses Gebilde der primäre Entstehungsort der Pseudopodien ist. Die Porenkanäle der Binnenblase und der Centralkapsel würden somit als die Durchschrittsöffnungen für diese Axenfäden nach aussen und zwar zunächst in die extracapsuläre Sarkode anzusehen sein.

Wenden wir uns nun, diese Verhältnisse, die allerdings durch die Beobachtung noch einer näheren Feststellung bedürfen, im Auge behaltend, wieder zu der Betrachtung unserer Süsswasserformen, so finden wir hier bereits eine ganze Reihe von Thatsachen vorliegen, die uns in jenen Beziehungen verbindende Gesichtspunkte mit den Radiolarien bieten. M. Schultze fand, dass die Pseudopodien von Actinophrys Eichhornii gerade wie bei den Radiolarien aus einer weicheren beweglicheren Rindensubstanz und einem festen hyalinen Axenfaden bestehen [2]). Der letztere dringe aus dem Innern des Thierkörpers hervor und zwar von der Oberfläche der Mark- oder Kernsubstanz, wo er sich in den Alveolen derselben verliere. Actinophrys Eichhornii bildet indessen in sofern eine Abweichung von den hier zum Vergleich genommenen monozoen Radiolarien, als dieselbe kein einfaches kernartiges Bläschen enthält, sondern eine verhältnissmässig grosse Anzahl derselben, die in der sogenannten Markschicht zerstreut liegen und auf die ich bereits bei einer früheren Gelegenheit als auf die möglichen Centra der zu einer Radiolarien-Colonie vereinigten Individuen aufmerksam gemacht habe [3]). Auch das Verhältniss der Axenfäden ist hier ein anderes, wie ich später zeigen werde.

1) Radiolarien Taf. III. Fig. 1. Haeckel wirft in Bezug hierauf selbst bereits die Frage auf (S. 75) ob die Binnenblase nicht »als ein Sarkode-Centrum, als Ausgangspunkt der strahlenden Fadenmasse« zu betrachten sei.

2) Das Protoplasma der Rhizopoden S. 29.

3) Ueber Actinophrys Eichhornii und einen neuen Süsswasser-Rhizopoden u. s. w. M. Schultze's Archiv f. mikr. Anat. Bd. III. S. 396.

Vor Kurzem nun hat weiter G. W. Focke[1]) sehr werthvolle Beobachtungen über »schalenlose Radiolarien des süssen Wassers« veröffentlicht, die uns eigentlich zum erstenmale mit Organismen aus dem süssen Wasser bekannt machen, bei denen den Centralkapseln der Radiolarien offenbar homologe Gebilde erkannt worden sind. Es sind dieses namentlich die in den Mittheilungen Focke's unter Nr. I. Fig. 1 a—h beschriebenen und abgebildeten aber nicht benannten Formen. Die Pseudopodien treten hier ebenfalls direkt von den grünen Kugeln (Centralkapseln) aus, so dass anzunehmen ist, dass dieselben mit Porenkanälen durchsetzt sind; auch beobachtete bereits Focke im Innern ein »vacuolenartiges Bläschen«, über dessen weitere Beschaffenheit und mögliche Verbindung mit den Pseudopodien indessen keine Beobachtungen mitgetheilt werden.

Ein wesentlicher Fortschritt in dieser Richtung ist ferner neuerdings angebahnt worden, durch eine sehr interessante von Kölliker an Actionophrys sol gewonnene Beobachtung, die von Grenacher weiter ausgeführt und ausführlich beschrieben worden ist [2]). Die Axenfäden treten hiernach bis an das im Innern des Thieres gelegene centrale Bläschen und endigen auf der Oberfläche desselben. Auf diese für unsere Frage sehr bemerkenswerthe Beobachtung hin und auf die Vermuthung, dass dieses Bläschen mit einer eignen Membran versehen sei, die von den aus dem Innern des erstern hervortretenden Pseudopodien durchbohrt werde (Porenkanäle), wird dieses Gebilde nicht ohne Berechtigung bereits als Centralkapsel in Anspruch genommen.

Mir selbst ist seit langer Zeit, d. h. seit ich vor einigen Jahren die genauere Untersuchung über diese Organismen zuerst vornahm, die doppelte Zusammensetzung der Pseudopodien so wie das Vorhandensein einer centralen Kernsubstanz bei fast allen von mir untersuchten Actinophryen und den damit verwandten Formen be-

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. XVIII. Bd. 1868. S. 348. Taf. XXV. Die dort Nr. II. Fig. 1 a—d beschriebene Rhizopodenform kann indessen den Radiolarien nicht angeschlossen werden, da die nadelförmigen Fortsätze auf der Schale keine Pseudopodien sind, sondern starre nadelförmige Gebilde. Wir werden unten bei Acanthocystis auf diese Form noch zurückkommen.

2) Verhandlungen der Würzburger phys. med. Gesellsch. N. F. I. Bd. 1869. Die Beobachtungen Grenacher's an Acanthocystis turfacea (viridis) werden wir ebenfalls unten bei Beschreibung dieses Rhizopoden berücksichtigen.

kannt, und ich habe ebenso bei den meisten derselben die Axenfäden bis in das Innere des Körpers und, wo eine solche nachgewiesen werden konnte, bis in die Nähe der centralen Kernsubstanz verfolgen können [1]), wie wir das bei einer anderen Gelegenheit noch genauer erörtern werden.

Obgleich nun bei unserer Clathrulina jenes Verhältniss bis jetzt noch nicht mit vollständiger Sicherheit hat festgestellt werden können, so ist mir doch nach den bereits auch über diese Form vorliegenden Beobachtungen ausser Zweifel, dass auch hier der bläschenartige Kern im Innern des Protoplasmakörpers dieselbe Rolle übernimmt, nämlich als Ausstrahlungsheerd der Pseudopodien, und es drängt sich dabei noch einmal die Frage auf, ob man berechtigt ist, dasselbe als Homologon der ganzen Centralkapsel aufzufassen oder was mir vor der Hand nach den obigen Bemerkungen naturgemässer erscheint, als dasjenige der Binnenblase. Wir werden später noch Radiolarien des süssen Wassers kennen lernen, denen zum Unterschied hiervon ein Homologon einer vollständigen Centralkapsel zukommt.

Wir haben nun noch einer anderen früher schon mehremale erwähnten sehr merkwürdigen Eigenthümlichkeit der Clathrulina zu gedenken, nämlich dass dieselbe neben der Eigenschaft des Festsitzens auf einem Stiele zu gleicher Zeit einen gesellschaftlichen Charakter oder, wie wir das gleich noch werden zu begründen suchen, eine sehr hervortretende Neigung zur Kolonienbildung offenbart. Untersucht man mit Vorsicht, um nicht durch zu grosse Erschütterungen die verbundenen Individuen von einander zu trennen, die Algen oder den Bodensatz eines Gewässers, in dem sich Clathrulinen befinden, so wird man in den meisten Fällen solche finden, die in der oben (S. 469) beschriebenen Weise mehr oder minder büschelartig zusammenhängen (vgl. Fig. 2). Hier und dort sieht man auch Einzel-Individuen, aber auch an den meisten dieser letzteren wird man bei genauerer Prüfung die Reste der abgebrochenen Stiele erkennen können. Kann man nun aber, so müssen wir zunächst fragen, diese Art des Zusammenhangs als Coloniebildung in Anspruch nehmen? In sofern man bei einer Colonie eine direkt in die Augen fallende Arbeitstheilung der innig miteinander ver-

1) Ich habe auch hierüber schon früher Mittheilung gemacht. Siehe oben S. 466. Anm. 1.

bundenen Individuen, eine Vielheit mit einheitlichem Charakter und Ziel und somit eine grössere oder geringere physiologische und morphologische Abhängigkeit der Einzelthiere von einander voraussetzt, wird es uns schwer werden ein Colonienrecht in diesem Sinne bei unserer Clathrulina nachzuweisen. Indessen finden wir von dem ausgesprochenen Polymorphismus bei den Hydromedusen (Siphonophoren) abwärts eine so grosse Mannigfaltigkeit in der Art und Weise der Verbindung bis zum vollständigen Einzel-Individuum, dass wir bei genauerer Ueberlegung oft nicht wissen, wo das eine aufhört und das andere anfängt. So kann man z. B. Bedenken tragen Vorticellenbüschel im obigen Sinne eine Colonie zu nennen. Die Einzelthiere eines Carchesium-Bäumchens haben anscheinend in den wesentlichsten morphologischen und physiologischen Beziehungen eine vollständige Selbstständigkeit und sind auch den stets solitären Vorticella-Thieren durchaus ähnlich, so dass beide, von ihrem Boden losgelöst kaum von einander zu unterscheiden sind. Doch die Carchesium-Individuen verbindet auf dem Stocke eine gemeinschaftliche Muskelthätigkeit, der jedes Einzelthier im Sinne des Ganzen gehorcht. Die von den Einzelthieren ferner gleichzeitig geäusserte Wimperbewegung erzeugt einen kräftigen Strudel, der durch massenhafte Nahrungszufuhr u. s. w. der ganzen Colonie zum Vortheil gereicht. Und wie verhält es sich mit der Vertheilung der geschlechtlichen Funktionen und der Fortpflanzung? Durch die schönen Untersuchungen Stein's sind uns hierfür neue interessante Gesichtspunkte eröffnet, die die Vermuthung, dass auch in Rücksicht auf die Fortpflanzung eine Arbeitstheilung stattfindet, sehr nahe legt.

Wie würde man sich ferner, wenn wir zu noch niedrigeren Organismen steigen, einer Gruppe jener wunderbaren Bacillaria paradoxa gegenüber zu verhalten haben? Wir sehen hier, wie durch die Thätigkeit der einzelnen Individuen eine für Diatomeen staunenswerthe Lebhaftigkeit der Bewegung des Ganzen hervorgebracht wird. Anscheinend lose mit einander verbunden, so dass man oft glaubt die ganze Schaar werde mit Leichtigkeit nach rechts und links auseinanderfahren, weichen sie doch niemals von einander und ohne Zweifel findet auch hier noch andere Arbeitstheilung mit einheitlichem Ziele statt, wie bloss die der Bewegung.

So liessen sich noch eine grosse Anzahl anderer Beispiele aus der niederen Thierwelt, namentlich unter den Infusorien (Flagellaten) Würmern, Räderthieren, Mollusken u. s. w. anführen, die alle

die grosse Mannigfaltigkeit des Verbundenseins aber mit dem mehr oder minder ausgeprägten Charakter der Colonie-Bildung dokumentiren.

Um nun zu unserer Clathrulina zurückzukehren, so haben wir hier ebenfalls anscheinend eine rein äusserliche Verbindung, die fast einem Parasitismus ähnlich sieht. Das eine Individuum sitzt mit seinem starren kieseligen Stiel unbeweglich an den Gitterstäben des anderen. Aber muss hier nicht die oben erwähnte ungewöhnliche Häufigkeit dieser gesellschaftlichen Form auffallen? Einen Anhaltspunkt für diese Erscheinung scheinen mir die Fortpflanzungsverhältnisse zu bieten. Wir haben oben gesehen, dass eine zweifache Zeugung stattfindet, einmal durch Zweitheilung, dann durch Bildung von anfangs encystirten später ausschwärmenden Embryonen. Ohne Zweifel aber kommen bei der letzteren Zeugungsart andere befruchtende Einflüsse zur Wirkung als bei der ersteren. Wenn wir durch die Beobachtung dieselben auch noch nicht direkt nachweisen können, so liegt doch der Gedanke daran sehr nahe, namentlich in Rücksicht auf die überraschenden Thatsachen, die uns über die geschlechtliche Zeugung anderer Protozoen bekannt geworden sind! Unter dieser Voraussetzung der nothwendigen befruchtenden Einwirkung der Clathrulinen untereinander liesse sich für die Häufigkeit des stockartigen Zusammenlebens eine genügende Erklärung finden. Da nämlich dieselben nicht im Stande sind den einmal mit ihrem starren Kieselstiel erwählten Standpunkt wieder zu verlassen, so müssen sie um eine derartige gegenseitige Einwirkung ausüben zu können, nahe zusammenleben, und hierzu bietet sich den durch Zweitheilung entstandenen nur einer geringen Bewegung fähigen Actinophrys-artigen Individuen die einfachste Gelegenheit dadurch, dass sie sich nach dem Hervortreten aus den Oeffnungen des Gehäuses an den ihnen zunächst liegenden Gitterstäben ihres Mutterbodens ansetzen. Aus dieser Colonie von Theilungssprösslingen würde nun nach Ablauf der ungeschlechtlichen Vermehrung, die Embryonenbildung durch geschlechtliche Zeugung der Coloniebewohner untereinander hervorgehen. Die Embryonen schwärmen aber weiter fort als die Theilungssprösslinge und bilden die Grundlage resp. der ersten und untersten Individuen für neue Stöcke. —

Wenn wir nun noch einmal zum Schlusse auf die Stellung der Clathrulina im Systeme zurückkommen wollen, so handelt es

sich, wie mir scheint, nur noch um definitive Feststellung der Bedeutung des kernartigen Binnenbläschens, das, wie wir oben ausführlich erörtert, dem entsprechenden Gebilde der Radiolarien, nämlich der Binnenblase, vorläufig mit einigem Grund sich anschliessen lässt. Im Uebrigen aber stimmt das Thierchen, wie man zugeben wird, sehr auffallend mit den Radiolarien und zwar den eigentlichen Polycystinen überein. Ich nehme daher keinen Anstand, diese Form, wie bereits oben angedeutet, als besondere Gattung vorläufig der Haeckel'schen Familie der Gitterkugel-Radiolarien (Ethmosphaerida) und zwar der Familie der Heliosphaeriden anzuschliessen.

Acanthocystis viridis Ehrbg. Carter.

Taf. XXVI. Fig. 8—17.

Das von Ehrenberg [1]) als *Actinophrys viridis,* von Perty [2]), Claparède und Lachmann [3]) als *Actinophrys brevicirrhis* beschriebene Thierchen ist höchst wahrscheinlich identisch mit unserer oben genannten Acanthocystis viridis. Allen jenen Forschern ist indessen ein sehr wesentlicher Charakter und somit die wahre Natur dieses Geschöpfes entgangen. Sie sahen die sämmtlichen sehr zahlreichen von dem Körperumfang ausstrahlenden Fortsätze als Pseudopodien der Sarkode an. Doch beschrieben die beiden letzteren bereits zwei Arten dieser Fortsätze kürzere von ungefähr dem halben Durchmesser des Körpers und längere sehr feine.

Erst Carter [4]) erkannte, dass die kürzeren Strahlen starre an der Spitze gegabelte Nadeln seien, und dass zwischen diesen erst die weit längeren beweglichen Sarkodefäden hervorträten. Er nannte das von ihm eigentlich neu aufgefundene Thier *Acanthocystis turfacea* [5]). In der neueren Zeit ist wahrscheinlich dieselbe Form

---

1) Abhandlungen der Akad. der Wissensch. zu Berlin 1833 und: die Infusionsthiere als vollk. Organismen S. 304, Taf. XXXI. Fig. VII. Ehrenberg spricht die Vermuthung aus, dass dasselbe Thierchen bereits früher von Schrank (Fauna boica III. 2. p. 93. 1803) unter dem Namen Trichoda chaetophora beschrieben worden sei.

2) Zur Kenntniss der kleinsten Lebensformen S. 157. Taf. VIII. Fig. 7.

3) Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes I. Vol. S. 450.

4) The Annals and Mag. of nat. hist. Vol. XII. 1863. p. 263. u. Vol. XIII. 1864. p. 36. Pl. II. Fig. 25.

5) Wir haben hier der Einfachheit wegen die von Grenacher aus

auch von Archer[1]) gesehen worden, aber wie es scheint, auf Grund flüchtiger Beobachtung und in Folge dessen mangelhaften Vergleiches mit der Carter'schen Beschreibung unter dem neuen Namen *Raphidiaphrys viridis* vorgeführt worden.

Endlich sind vor Kurzem sehr werthvolle Beobachtungen über unser Thierchen von H. Grenacher[2]) veröffentlicht worden. Indessen muss ich zunächst ein Versehen berichtigen, das Eingangs seiner Mittheilung Platz gefunden hat. Während er nämlich, wie mir scheint, ohne genügenden Grund an der Identität der von ihm gefundenen Form mit Carter's Acanthocystis turfacea zweifelt, glaubt er, Focke[3]) habe die nämliche Art, als er selbst, beobachtet, wenigstens stimme eine Abbildung und einiges aus seiner Beschreibung dafür, während sich dagegen aus der »augenscheinlich sehr schematisirten Randparthie« wenig entnehmen liesse. Diese Angaben fussen auf irrthümlichen Voraussetzungen, da die Beschreibung Focke's im Allgemeinen sehr wohl auf das von ihm beobachtete Thier passt, nur ist das letztere ein wesentlich verschiedenes von der Grenacher allein bekannt gewordenen Acanthocystis. Diese von Focke unter Nr. II. Fig. 3a—c beschriebene Rhizopodenform, die ich ebenfalls kenne, und die ich zum näheren Verständniss *Belonophora viridis* nennen will, unterscheidet sich von *Acanthocystis viridis* dadurch, dass ihr Körper nicht mit an der Endspitze gegabelten Kieselnadeln umstellt ist, sondern mit sehr kurzen kaum den dritten Theil des Körperdurchmessers haltenden feinen zugespitzten starren Stacheln, die aber weder kieselig noch Sarkodefortsätze sind. Die Bewegung geschieht vielmehr durch amöbenartige, finger- oder lappenförmige Fortsätze, die aus grösseren Oeffnungen der häutigen Schale hervortreten. Dieser Rhizopode kann desshalb auch der Radiolarien-Gruppe nicht angeschlossen werden, sondern bildet eine eigenthümliche Form der Monothalamien, auf die ich bei einer andern Gelegenheit zurückkommen werde.

---

dem Carter'schen Genus- und dem Ehrenberg'schen Speciesnamen zusammengesetzte Bezeichnung Ac. viridis adoptirt, ohne indessen damit zwischen A. viridis und turfacea einen Artunterschied bezeichnen zu wollen. Ausserdem ist mir die Bedeutung des Carter'schen Speciesnamens »turfacea« unverständlich.

1) Quarterly Journal of microsc. science Vol. VII. 1867. p. 178.

2) Zeitschrift f. wiss. Zool. XIX. Bd. S. 288. Taf. 2. Fig. 25.

3) Zeitschrift f. wiss. Zool. XVIII. Bd. S. 343. Taf. 25.

Der Körper von Acanthocystis viridis (Taf. XXVI. Fig. 8) nun ist im ruhenden Zustande kugelig, häufig dicht mit grünen Körnern erfüllt, so dass hierdurch die anderen Inhaltstheile ohne Compression verborgen bleiben, und hat einen Durchmesser bis zu 0,1 Mm. Von dieser grünen Kugel starrt ringsum dicht aneinandergedrängt ein Kranz radiärer nadelförmiger Fortsätze, die einen glasartigen ins Bläuliche spielenden Glanz zeigen, aber erst bei aufmerksamer Betrachtung vermittelst einer guten 3—400fachen, leichter bei einer stärkeren Vergrösserung, im Detail zu erkennen sind. Wir finden dann drei verschiedene Arten von Fortsätzen, zwei davon sind starre Kieselgebilde, die dritte besteht aus zarten zwischen den ersteren sich lang hervorschiebenden Sarkodefäden. Von den Kieselstacheln sind die längeren (Fig. 8 u. Fig. 9 u. s. w.) schon von Carter gesehen und in ihren Eigenthümlichkeiten richtig erkannt worden. Sie stellen feine, hohle Kieselstäbchen oder Cylinder dar, die nach aussen mit einer kleinen Gabel endigen (Fig. 8, 9 u. s. w.) und mit einem nach innen gebogenen Plättchen auf dem Thierkörper festsitzen. Sie sind die bei weitem zahlreichsten und bilden eigentlich den oben erwähnten Stachelkranz. Ihre Länge beträgt ungefähr zwei Dritttheil des Körperdurchmessers, bald etwas mehr, bald weniger, je nachdem der Körper kleiner oder mehr contrahirt oder grösser und durch ein Deckglas comprimirt und ausgebreitet ist.

Die anderen Kieselstacheln sind kaum halb so lang wie die ersteren, sehr dünn aber mit einer weit grösseren Endgabelung (Fig. 8b u. Fig. 13 d) versehen. Sie sind weit weniger zahlreich wie die grösseren und man findet sie erst bei genauer Durchmusterung mit starker Vergrösserung, da sie bei ihrer Kleinheit auch meistens zwischen den grösseren Stacheln versteckt liegen. Sie sind desshalb von Carter übersehen aber von Grenacher beschrieben worden. Alle diese Gebilde bestehen, wie bereits durch Carter wahrscheinlich gemacht worden ist, und wovon ich mich aufs gewisseste überzeugt habe (durch concentrirte SO^2 und Glühen) aus Kieselerde, sind, was namentlich bei den grösseren mit Leichtigkeit zu constatiren ist, von einem feinen Längskanal durchzogen und sitzen, wie die Stacheln eines Seeigels, in mehr oder minder radialer Richtung vermittelst eines runden gebogenen Plättchens der Oberfläche des Thierkörpers auf. Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist nun, die bereits Carter beobachtete, dass dieselben ebenfalls wie Seeigelstacheln hin und her bewegt werden können

und auf diese Weise zur Lokomotion dienen. Wir werden auf diese Erscheinung unten noch einmal zurückkommen.

Zwischen diesen starren Stacheln treten nun noch sehr zarte blasse Sarkodestrahlen aus dem Körper hervor, meist nur wenige, zuweilen mehr, aber immer in nur verschwindend geringer Anzahl gegen die der Stacheln. Sie sind in der Regel 1—2mal so lang wie jene, tentakelartig ausgestreckt und gewöhnlich in lebhafter Bewegung, indem sie bald verlängert, bald verkürzt werden. Hierbei sieht man denn auch die schon oft beschriebenen tropfen- oder perlschnurartigen Anschwellungen, die an den Pseudopodien auf- und niederlaufen und dadurch einen festeren Axenfaden mit einer denselben umhüllenden beweglicheren Rindenschicht erkennen lassen. Niemals habe ich unter diesen Pseudopodien Anastomosen oder Verschmelzungen noch irgend welche Verzweigungen wahrgenommen, sondern immer nur solitäre Strahlen.

Die Art und Weise des Durchtritts dieser Pseudopodien aus dem Körper giebt uns Veranlassung auf den letztern selbst überzugehen und zwar zunächst die Frage zu stellen, umschliesst eine eigne Membran resp. Kapsel den inneren Protoplasmakörper? Carter bejaht diese Frage und schreibt seiner Acanthocystis einen biegsamen Panzer (Corica flexible) zu, Grenacher glaubt, dass das innere Protoplasma zwar nicht durch eine differenzirte Membran, wohl aber durch eine nicht unbeträchtlich verdichtete Rindenschicht abgegrenzt sei, so dass er sich genöthigt sieht, um eine Verbindung nach aussen herzustellen, Poren in dieser Rinde zum Durchtritt der Pseudopodien anzunehmen. Ich meinerseits habe keine bestimmte Anzeichen finden können die mit Sicherheit eine besonders abgegrenzte und erhärtete Rindenschicht, oder was doch wohl dasselbe sagen will, eine Membran bekunden, wohl aber mehrere die auf die Abwesenheit einer solchen schliessen lassen. Ich stütze mich dabei auf eine Beobachtung, die ich namentlich an jüngeren Individuen häufiger gemacht habe, dass nämlich die Oberfläche sich zuweilen an der einen oder anderen Stelle zum Durchtritt eines kräftigen Protoplasmastromes öffnet (Fig. 13 u. 14) und dann wieder vollkommen schliesst. Aber auch bei den ausgewachsenen Individuen entstehen zeitweise solche wechselnde Oeffnungen theils um grüne Körner (Fig. 12) und andere Inhaltstheile nach aussen zu schaffen, theils um ebenfalls mehr oder minder breite lappige und fingerförmige Sarkodefortsätze hervortreten zu lassen, mit denen

dann oft längere Zeit amöbenartige Bewegungen ausgeführt werden. (Fig. 13). Später werden dieselben wieder eingezogen um entweder lange gar nicht oder an anderen Stellen wieder hervorzutreten (Fig. 19). In derselben Weise strömt auch oft körniges Protoplasma hervor, das dann die Stacheln einzeln oder bündelweise umhüllt und an denselben auf- und nieder läuft, wie die Rindensarkode an den Axenfäden der Pseudopodien (Fig. 18 u. 19). Wir werden auf diese sehr auffallenden Bewegungserscheinungen später noch einmal zurückkommen.

Betrachtet man ferner mit einer starken Vergrösserung die äusserste Lage der Oberfläche, so sieht man hier eine verhältnissmässig lebhafte Strömung der durch das Protoplasma vertheilten Körner und Körnchen, nirgendwo aber das Bild einer festen unbeweglichen Decke oder Grenze und ebensowenig besondere Oeffnungen zum Durchtritt der Pseudopodien. Ich glaube daher, dass die anscheinend oft so feste Rinde lediglich dadurch hervorgebracht wird, dass die in dem vielleicht etwas dichteren peripherischen Protoplasma sitzenden Fussplättchen der Stacheln sich eng und mit einer gewissen Regelmässigkeit an einander legen, wovon man sich auch bei dem mit Kalilauge durchsichtig gemachten, aber sonst unverletzten Thiere leicht überzeugt.

Jedoch umgiebt sich unser Thierchen zu gewissen Zeiten mit einer doppelten Kapsel, einer innern und äussern und zwar bei der von mir beobachteten Encystirung, die wir unten beschreiben werden.

Unter der Oberfläche liegt zunächst eine mit lebhaft bewegten Körnchen erfüllte Protoplasmaschicht, auf der nach innen zu bei den meisten Thieren eine solche Menge von dicht aneinander gedrängten grünen Körnern folgt (Fig. 8), dass ohne Compression in der Regel nichts Weiteres von den übrigen Inhaltstheilen wahrzunehmen ist. Diese grünen Körner (Fig 10, 11 u. 17 b) sind bald mehr rund, bald oval und lassen, namentlich die grösseren, im Innern zuweilen einige kleine dunkelglänzende Körnchen erkennen. Sie sind von einer sehr festen und resistenten Beschaffenheit und weichen weder der Essigsäure noch kalter Kalilauge. Erst die concentrirte Schwefelsäure löst sie. Neben diesen grünen Körnern sind ganz ähnliche blasse, matt glänzende, fast wie Amylumkörner aussehende, meist etwas grössere vorhanden, entweder rundlich oder noch häufiger dreieckig mit abgerundeten Ecken (Fig. 11, 17 a u. s. w.). Carter

beschreibt sie ebenfalls neben den grünen Körnern, Grenacher aber scheint sie übersehen und wie wenigstens die Abbildung glauben lässt, für die von ihm erwähnten Vacuolen genommen zu haben. Sie sind in allen wesentlichen Eigenschaften, abgesehen von der Färbung, mit den grünen Körnern so übereinstimmend, dass ich sie ausser Zweifel für zusammengehörig halte. Es liegt nun sehr nahe die grünen Körner für Chlorophyllkörner zu halten, wie dieses bereits von Carter geschehen, der ausserdem die blassen für Amylumkörner hält. Indessen lässt sich der Nachweis hierfür nicht führen, wenigstens ist weder in dem einen noch in dem andern durch Jod eine Cellulose- oder Amylum-artige Substanz nachzuweisen. Wir werden später bei Erörterung des Encystirungsprozesses auf diese Gebilde, namentlich auf ihre mögliche Beziehung zur Fortpflanzung noch zurückkommen.

An fernern Inhaltstheilen trifft man nun fast constant mehrere Protoplasmablasen oder sogenannte Vacuolen in wechselnder Anzahl und Grösse. Carter bezeichnet dieselben als contractile Blasen, mit denen sie in ihrem Aeussern allerdings viele Aehnlichkeit haben. Ich meinerseits habe in Folge dessen viele Mühe darauf verwandt über diesen sehr wichtigen Punkt Sicherheit zu erlangen, indessen ist es mir niemals, trotz noch so langer Beobachtung, gelungen irgend eine Pulsation an den sämmtlichen Blasen, von denen ich bei mehreren Individuen alle nach einander geprüft habe, zu bemerken. Wohl aber habe ich mit dem im Innern stets umherwogenden Protoplasma eine häufige Orts- und durch Compressionen auch Form-Veränderungen dieser Blasen wahrgenommen, wobei wie es mir schien, zuweilen neue Blasen hervorquollen und andere langsam verschwanden. Sehr deutlich sieht man diese Neigung des ganzen Protoplasmas zur Blasenbildung, wenn man eins der grösseren Exemplare durch Druck zersprengt. Man hat dann eine grosse Anzahl von Kugeln vor sich, die oft noch wieder kleinere Blasen oder eins oder einige der oben erwähnten grünen und blassen Körner einschliessen (Fig. 11). Ausser diesen augenscheinlich blossen Protoplasmatropfen trifft man aber auch noch sehr häufig Blasen, die ein kernartiges Gebilde in sich einschliessen und dann den vollständigen Anblick von Zellen gewähren; unter diesen, den letztern, erkennt man fast stets eine grössere Blase mit einer verhältnissmässig ebenfalls beträchlichen soliden Kernmasse, die auf Zusatz von Essigsäure dunkel granulirt. Ohne Zweifel ist aber diesem Gebilde

noch eine besondere Bedeutung zuzuschreiben (Fig. 12). Ich habe lange geglaubt, es sei dies der Ausgangspunkt der vom Centrum des Thierkörpers ausgehenden von Grenacher zuerst beschriebenen eigenthümlichen Erscheinung, die darin besteht, dass anscheinend von einem sehr kleinen centralen punktförmigen Bläschen aus feine Strahlen sternförmig nach allen Richtungen austreten. Grenacher beschreibt eine unregelmässig gestaltete sternförmige Höhle, welche diese Strahlen umgrenzt. Ich glaube, dass eine doppelte Umgrenzung vorhanden ist, erstlich ein kleinerer zarter Kreis um den ausstrahlenden Punkt und um diesen eine weitere Contour bald kreisförmig, bald mehr oder minder eingebuchtet. Der letztere ist wohl die Grenze der von Grenacher beschriebenen Höhle, die ich indessen niemals so scharf contourirt gesehen habe, wie derselbe sie abbildet. Es schien mir nun, die oben beschriebenen grossen Blasen mit grossem Kern seien die diesen Contouren entsprechenden Gebilde, bin indessen hierin wieder zweifelhaft geworden. Die Untersuchung ist bei der Kleinheit des ganzen Objektes mit grossen Schwierigkeiten verbunden, da man das fragliche strahlenförmige Gebilde nicht zu isoliren vermag. Erstlich verschwindet die sternförmige Zeichnung aus sehr naheliegenden Gründen, (da sie bloss Protoplasmafäden darstellt), wenn man das Objekt zerreisst oder durch Compression sprengt und dann wird durch Zusatz von Essigsäure zu dem unverletzten Thiere der Inhalt so stark und schnell verdunkelt, dass hierdurch wiederum dem Streben, die Contouren im Auge zu behalten, ein grosses Hinderniss erwächst.

Besser ist mir die Verfolgung der Strahlen vom Mittelpunkte nach der Peripherie geglückt, da ich in zahlreichen Fällen mit vollständiger Sicherheit dieselben bis unter die Oberfläche des Thierkörpers verfolgt und auch die direkte Fortsetzung derselben über die Oberfläche hinaus in die ausgestreckten Pseudopodien wahrgenommen habe. Die Beobachtung wird hier durch die am äusseren Rande dazwischen tretenden Basalplättchen der Stacheln und durch die letztern selbst wiederum etwas unsicher, jedoch bei der im Ganzen geringen Anzahl der ausgestreckten Pseudopodien und der isolirten Haltung derselben, lässt sich leichter die Verbindung mit den einzelnen Strahlen ins Auge fassen und in einigen dieser Fälle glaube ich mich ganz zweifellos von dem direkten Uebertritt der inneren Strahlenfäden in die äusseren Pseudo-

podien überzeugt zu haben. So viel steht fest, dass diese Strahlen von dem oben beschriebenen centralen fast punktförmigen Bläschen aus den ganzen Thierkörper bis zur Oberfläche durchsetzen. Grenacher hat bereits die sehr nahe liegende Meinung ausgesprochen, dass diese aus dem Centrum des Thierkörpers austretenden Strahlen die Axenfäden der nach aussen tretenden Pseudopodien seien. Diese Meinung findet durch obige Beobachtung eine wesentliche Befestigung und handelt es sich nur noch darum, die centralen Verhältnisse, d. h. die Wurzeln dieser Axenfäden genau festzustellen. Ich hoffe demnächst hierüber so wie über einige andere unten zu erwähnende Lücken in der Lebensgeschichte von Acanthocystis genügenden Aufschluss geben zu können.

Was die Fortpflanzungsverhältnisse betrifft, so findet zunächst eine direkte Zweitheilung des ganzen Thieres statt, die unter meinen Augen sich vollzogen hat und zwar in der Weise, dass die anfängliche ovale Form in eine biscuitartige überging, die allmählich immer tiefere Einbuchtungen annahm und schliesslich mit dem Abschnüren der beiden durchaus gleichen Hälften endigte.

Sodann habe ich über einen höchst merkwürdigen Encystirungsprozess zu berichten. Man trifft zuweilen auf Individuen von Acanthocystis, bei denen der gesammte Körperinhalt sich kugelig nach innen zusammengezogen hat (Fig. 15, c) und nach aussen von einem breiten hellen Saum umschlossen wird (Fig. 15, a). Auf der Oberfläche dieses Saumes stehen noch die gegabelten Stacheln ganz in derselben Weise, wie wir sie oben beschrieben[1]) haben. Zwischen diesen Stacheln sieht man aber niemals Pseudopodien oder sonstige Sarkodetheile ausgestreckt, sondern das äussere Leben ist vollständig erloschen. Die Oberfläche dieses Saumes wird vielmehr durch eine zarte und glashelle aber starre und undurchdringliche Kieselhülle gebildet, in oder unter welcher die Fussplättchen der Stacheln festsitzen. Geht man nun wieder zur Betrachtung des innern Thierkörpers, so findet man bei stärkerer Vergrösserung denselben ausser der weit abstehenden eben erwähnten Kapsel noch von einer direkt anliegenden hyalinen Hülle umsäumt (b), die indessen nicht kieseliger, sondern organischer Natur zu sein scheint.

---

1) Bei der die encystirte Acanthocystis darstellenden Fig. 15 sind die äusseren Stacheln der Kürze wegen nur angedeutet.

Auf diese zweifache Einkapselung folgt nun die im unverletzten Zustande durchaus undurchsichtige dunkle Thierkugel, die bloss in der Mitte einige grüne Körner durchschimmern lässt. Setzt man zu diesem Objekt concentrirte Aetzkalilösung, so wird dasselbe aufgehellt und man sieht dann die Oberfläche des innern Körpers durch ein anscheinend sehr zierliches Gittergehäuse gebildet (Fig. 16). Ich habe dieses längere Zeit für eine besondere Gitterkugel gehalten, indessen ist dasselbe, so täuschend es auch hervortritt, nur scheinbar, und wird nur dadurch vorgespiegelt, dass sich eine grosse Menge blasser fester Körner in regelmässiger Anordnung an der Oberfläche fest aneinandergelegt hat. Diese Körner sind dieselben, die wir bereits oben neben den ihnen ähnlichen grünen Körnern kennen gelernt haben. Hier aber ist die Zahl der blassen Körner bei weitem überwiegend gegen die der grünen und zwar stets in der Anordnung, dass die blassen alle nach aussen gedrängt sind und die grünen bloss im Centrum des Körpers von den erstern rings umhüllt liegen. Durch allmählichen Druck und schliessliches Sprengen des Körpers kann man sich von allen diesen Verhältnissen aufs Deutlichste überzeugen.

Es ist wohl ausser Zweifel, dass dieser ganze Encystirungsprozess zu der Lebensgeschichte unseres Thierchens in wichtiger Beziehung steht, und liegt es natürlich nahe, einen Modus der Fortpflanzung hierin zu vermuthen. Ich vermag indessen hierüber vor der Hand nichts Sicheres zu berichten. Häufig und lange habe ich die oben beschriebenen Objekte isolirt beobachtet, ohne bisher eine freiwillige Oeffnung der Cysten und Austreten von Embryonen oder dergl. wahrgenommen zu haben. Ebensowenig habe ich eine Weiterentwickelung der grösseren blassen oder grünen Körner ausserhalb des Thierkörpers constatiren können.

Neben der Acanthocystis viridis kommt nun noch sehr häufig eine durchaus blasse Form vor, die ich zur Unterscheidung *Acanthocystis pallida* nennen will (Taf. XXVII. Fig. 19). Ich weiss nicht ob dieselbe als besondere Art oder als Varietät gelten kann. Die zunächst in die Augen fallende Verschiedenheit der grünen Form gegenüber, ist die vollständige Farblosigkeit, indem statt der grünen Körner bloss blasse im Innern des Körpers und, wie es scheint, jeder Zeit enthalten sind. Ausserdem zeichnet sich A. pallida durch eine constant grössere Länge der kurzgegabelten Hauptstacheln und eine weit beträchtlichere Anzahl der kürzeren und weitgegabelten Stacheln aus.

Hierzu kommt, dass sich neben den Basalplättchen der Stacheln noch besondere stäbchenartige Deckstücke in mehr oder minder tangentialer oder etwas gebogener Richtung über die Oberfläche lagern. Die A. pallida eignet sich wegen ihrer Durchsichtigkeit weit besser zur Untersuchung des inneren Baues als A. viridis.

Werfen wir nun noch einmal einen Rückblick auf Acanthocystis viridis und pallida, so finden wir wiederum manche Anzeichen, die uns auf eine Verwandtschaft dieser Organismen mit den Radiolarien hinleiten. Namentlich in Rücksicht auf das äussere Kieselskelet und die zwischen den Stacheln sich ausstreckenden Pseudopodien, die mit ihren festen und resistenten Axenfäden aus dem Innern des Thierkörpers und zwar scheinbar aus einem hier im Centrum gelegenen, der Centralkapsel oder Binnenblase ähnlichen Gebilde hervortreten, brauchen wir wohl kaum anzustehen, diese Formen direkt zu den Radiolarien und; zwar wie mir scheint in die Nähe der Acanthometriden zu stellen. Wie verhält es sich aber ferner mit den grünen und blassen Körnern und, vielleicht in Verbindung hiermit, dem Encystirungsprozess? Diese Encystirung, die wir schon bei Clathrulina nur in veränderter Form angetroffen haben, steht den Radiolarien nach den bisherigen Beobachtungen fern. Indessen, abgesehen davon, dass wir über die Fortpflanzung der Radiolarien des Meeres bisher fast vollständig im Dunkeln sind und ferner das Vorkommen eines solchen Prozesses allein im Uebrigen verwandte Thiere wohl schwerlich von einander zu trennen vermöchte, so können wir denselben auch wie mir scheint als eine durch die Lebensweise im süssen Wasser hervorgerufene und bedingte Eigenthümlichkeit, mit andern Worten als eine besondere Anpassung an diese Lebensweise ansehen, wie wir sie ja bei den Süsswasserbewohnern, namentlich den Protozoen, in grosser Verbreitung antreffen.

Wie sind nun aber die hiermit zusammenhängenden grünen und blassen Körner, die wohl ohne Zweifel eine hervorragende Rolle im Leben unserer Thiere spielen, zu deuten? wie ferner die eigenthümlichen wechselnden Vacuolen-Bildungen, dann die offenbar zelligen Gebilde, die Strömungserscheinungen des Protoplasma's namentlich das selbstständige Oeffnen der Oberfläche des Thierkörpers zu amöbenartigen Bewegungen und dann wiederum das vollständige Schliessen dieser Oeffnungen u. s. w.? Treten hier nicht zu gleicher Zeit Anklänge an die Spongien hervor.

Alle diese Fragen aber können erst mit Erfolg beantwortet werden, wenn wir noch weitere Thatsachen über den Bau und die Lebenserscheinungen, namentlich aber über die Entwicklung kennen gelernt haben.

Den beiden oben beschriebenen Formen von Acanthocystis will ich hier zunächst noch zwei andere anschliessen, von denen ich jedoch nicht bestimmt weiss, ob ich sie als besondere Arten ansehen soll, die aber in gewisser Hinsicht ein hervortretendes Interesse bieten. Die eine davon (Taf. XXVII. Fig. 35) ist ganz ohne Skelettheile. Der eigentliche Körper stellt eine Kugel dar, die mit glänzenden, smaragdgrünen Körnern und einem hellen feinkörnigen Protoplasma, in dem dunkelglänzenden Körnchen zerstreut sind, erfüllt ist. Im Centrum ist ein blasses kernartiges Gebilde gelagert, das indessen erst durch Compression oder auf Zusatz sehr verdünnter Essigsäure (stärkere verdunkelt zu sehr) deutlicher hervortritt. Die äussere Umgrenzung ist eine ziemlich scharfe, so dass es den Anschein hat, als sei dieselbe durch eine besondere Hülle gebildet. Doch findet eine ziemlich lebhafte Verbindung von innen nach aussen statt, so dass also entweder Oeffnungen in der Hülle, sofern eine vorhanden, sein müssen, oder es fehlt überhaupt eine Grenzmembran. Rund um diesen eigentlichen Körper zieht sich ein verhältnissmässig breiter heller und feinkörniger Sarkodesaum, der von sehr zarten direkt aus dem Körper ausstrahlenden Pseudopodien durchsetzt ist. Dieser Sarkodesaum zeigt eine ziemlich lebhafte Strömung und zieht sich an den einzelnen Pseudopodien noch eine kurze Strecke zipfelartig hinauf, so dass hierdurch eine sehr zierlich sternförmige Figur entsteht (siehe Figur 35). Ausserdem treten einzelne dunkele Körnchen fortwährend auf die Pseudopodien über und wandern hier sehr lebhaft auf und ab.

Ich bin, wie schon bemerkt, nicht sicher, ob ich dieses Thierchen als einen Jugendzustand von Acanthocystis viridis betrachten soll oder als eine besondere Thierform. In beiden Fällen ist dasselbe indessen nicht ohne Interesse für uns, da die Radiolarienähnlichkeit dieser Form eine sehr auffallende ist. Man könnte versucht sein den ganzen eigentlichen Thierkörper als Centralkapsel und den äusseren Sarkodegürtel als extra-capsuläre Sarkode aufzufassen, welche durch die aus der Centralkapsel hervorstrahlenden Pseudopodien durchsetzt wird. Indessen fehlt hierfür noch die genauere Feststellung der Art und Weise der Umgrenzung dieses Körpers, die ich, da mir nur

ein paar Mal diese Form zu Gesicht gekommen ist und bei der grossen Kleinheit und Zartheit des ganzen Objektes bisher nicht habe ausführen können.

Die andere Form (Fig. 18) schliesst sich schon mehr direkt an Acanthocystis viridis an, bietet indessen ebenfalls einige sehr interessante Eigenthümlichkeiten. Sie besitzt dieselben stäbchenartigen, radial gestellten, an der Spitze kurzgegabelten Stacheln, aber es fehlen die kurzen weitgegabelten. Diese grösseren Stacheln sitzen nun nicht wie bei A. viridis und pallida mit einem Basalplättchen auf der Oberfläche, sondern sie tauchen mit ihrem hinteren Ende in den als äussere Umgrenzung des Thierkörpers vorhandenen glashellen Saum und dringen in das Innere ein, wo sie sich wegen der hier massenhaft angehäuften grünen Körner der Beobachtung entziehen. Durch Druck resp. Sprengung des Thierkörpers treten sie hervor, und man sieht dann am hinteren Ende ein ähnliches aber sehr kleines Fussplättchen wie bei A. viridis.

Ausser diesen Stacheln finden sich nun noch zweierlei Strahlen um den Thierkörper gestellt, die einen davon sind die uns bereits bei A. viridis bekannt gewordenen langen Pseudopodien, die anderen äusserst zarte Fäden, die mehr oder minder dichte nach aussen divergirende Büschel bilden und so die Stacheln, zuweilen auch die Pseudopodien, umhüllen. Es sind wohl ohne Zweifel Sarkodefäden die neben den einzelnen Pseudopodien höchst sonderbarer Weise in dieser Büschelform aus dem Innern entwickelt werden. Ausserdem zieht sich wiederum ein breiter meist sternförmiger Sarkodesaum um den ganzen Thierkörper in ähnlicher Weise wie bei der vorigen Form. Innerhalb dieses ebenfalls strömenden Gürtels wandern nun mehrere grünlich gefärbte Körner, die aber auf den ersten Blick bezüglich der Grösse gegen die in dem Innern des Körpers enthaltenen beträchtlich zurückstehen. Untersucht man aber vermittelst Druck genauer, so findet man, dass zwischen den grössern Körnern viele kleinere, den äussern ähnliche, vorhanden sind.

Der Versuch diese grünen Körner mit den gelben Zellen der Radiolarien in Verbindung zu bringen liegt natürlich sehr nahe, wird aber so lange keinen Erfolg haben, als man nicht über die Genese und Funktion beider Gebilde mehr unterrichtet ist. Wir werden unten noch einige sehr merkwürdige Beobachtungen über anscheinend den gelben Zellen entsprechende Gebilde kennen lernen, die uns dieser Frage noch näher bringen, ohne dass wir indessen ein

Entscheidung wagen dürften, namentlich da uns die vergleichenden Beobachtungen an den Radiolarien des Meeres fehlen.

Ich habe bei der in Rede stehenden Form noch einer anderen Schwierigkeit zu gedenken, die uns schon bei der vorigen (Fig. 35) entgegen trat, nämlich des Verhältnisses der äusseren Umhüllung zum Thierkörper. Wir finden hier, wie bereits oben erwähnt, die Oberfläche nicht mit den Fussplättchen der Stacheln besetzt, sondern ein heller zarter Saum zieht sich um die grüne Körnermasse. Wird dieselbe von einer besondern Rinde resp. Membran begrenzt oder bildet sie bloss eine äussere Sarkode-Schicht festerer Consistenz als die Innensubstanz, wie wir dieses Verhältniss bei vielen Amöben finden? Im ersteren Falle müssten zum Durchtritt der Sarkode und grünen Körner, Oeffnungen vorhanden sein, die ich indessen nicht wahrgenommen habe und wir würden uns dann derselben räthselhaften Erscheinung wie bei der vorigen Form gegenüber sehen, dass wir nämlich die ganze Kugel als Centralkapsel und die srömende sternförmige Aussen-Sarkode als extracapsuläre Sarkode ansehen könnten. Der zweite Fall ist mir jedoch hier der wahrscheinlichere, nämlich dass bloss eine Sarkode-Schicht von fester Consistenz den Körper umhüllt und in der die zum Austritt der Innensubstanz nöthigen Oeffnungen sich immer von Neuem erzeugen und wieder schliessen.

Acanthocystis spinifera nov. spec.

Fig. 20—23.

Mit diesem Namen bezeichne ich eine Form, die ungefähr nur die Hälfte der Grösse von A. viridis und pallida, also circa 0,04 Mm. Durchmesser, erreicht und sich von diesen, sowie auch von der vorhergehenden zunächst durch die Beschaffenheit des Kieselskelets unterscheidet, das aus sehr feinen einfach zugespitzten aber auch radial gestellten Nadeln (Fig. 20 u. 21 c Fig. 23 e) besteht, welche ebenfalls mit feinen Fussplättchen auf der Oberfläche des Thierkörpers festsitzen. Zwischen diesen Nadeln, den einzigen des ganzen Skelets, sieht man, ebenso wie bei A. viridis, die hier noch feineren Pseudopodien nach aussen treten (Fig. 20 d Fig. 23 f). Der Innenraum enthält zuvörderst ein in der Regel central gelegenes verhältnissmässig grosses kernartiges Gebilde (Fig. 20, 21 u. 22 a, siehe auch Fig. 23), das beim lebenden Thiere einer mit heller Flüssigkeit

erfüllten Blase gleicht, auf Zusatz von Essigsäure aber eine Anzahl von unregelmässig gestalteten Körnern hervortreten lässt. Eine Verbindung der äusserst feinen Pseudopodien mit diesem Gebilde glaube ich häufig wahrgenommen zu haben, konnte aber wegen der über den ganzen Körper sich legenden sehr ähnlichen Nadeln keine Gewissheit erlangen. Die bei A. viridis und pallida beschriebene vom Centrum ausgehende strahlenförmige Figur habe ich bei dieser Form nicht gesehen.

Der übrige Innenraum zwischen Kern und Oberfläche wird von einem feinkörnigen Protoplasma ausgefüllt, in welchem ähnliche Körper eingebettet liegen wie die grünen und blassen Körner bei A. viridis und pallida, nur mit dem Unterschiede, dass die gefärbten hier, statt grün, intensiv gelb sind. Dieselben sind indessen in sehr wechselnder Menge bei den verschiedenen Individuen vorhanden, oft scheinen sie ganz zu fehlen, oft findet man nur wenige oder nur eins und in diesem Falle scheinbar grösser (Fig. 20 u. 21 b), häufig aber ist eine ziemlich reichliche Menge vorhanden (Fig. 23). Diese ganze Inhaltsmasse befindet sich in langsam aber beständig wogender oder rotirender Bewegung um ihren Mittelpunkt die centrale Blase, und, was für uns von ganz besonderem Interesse ist, durchbricht auch zeitweise die Oberfläche, um eine der gelben Körner nach aussen zu schaffen (Fig. 23 b). Im nächsten Augenblicke aber schliesst sich die Oeffnung wieder vollkommen, ohne dass man eine Spur davon an der betreffenden Stelle wieder zu erkennen vermag. Dieselbe Beobachtung habe ich, wie früher erwähnt, auch bei A. viridis gemacht, hier aber mit besonderer Klarheit und bei einem Objekte, das nicht dem geringsten Deckglas-Druck ausgesetzt war, so dass also die Oeffnung, wie auch sonst der ganze Vorgang aufs unzweideutigste zeigte, eine durchaus spontan gebildete war. Die aus dem Innern ausgetretenen Körner bleiben eine Zeitlang im Umkreise des Thierchens an den Nadeln oder Pseudopodien desselben hangen, wandern auch wohl an den letzteren auf und nieder oder von einem zum andern, aber treten nach meiner Beobachtung nicht wieder in den Thierkörper zurück.

Welches ist die Bedeutung und das weitere Schicksal dieser Körner? Diese Frage drängt sich hier wieder wie früher für die diesen offenbar homologen Gebilde von A. viridis und pallida und den anderen Formen, in den Vordergrund. Was ich darüber durch unmittelbare Beobachtung habe feststellen können, ist, dass einige

dieser Körner zuweilen von einem hyalinen Hof umgeben waren (Fig. 23 d). Eine direkte Weiterentwicklung der unter meinen Augen aus dem Thierkörper in der obigen Weise ausgestossenen Körner habe ich nicht finden können.

Nun schliesst sich aber hieran eine Reihe anderer sehr merkwürdiger Beobachtungen, bei denen ich sehr versucht bin sie mit den obigen in Zusammenhang zu bringen. Dieselben gelben Körner mit hyalinem Hof oder vielmehr von einer hyalinen Blase umschlossen, fanden sich auch häufig isolirt in denselben Gläsern, meistentheils aber grösser und von ovaler Form (Fig. 24). Bei weiterer Nachforschung fand ich einige noch grössere, die zu meinem nicht geringen Erstaunen an den beiden Längspolen der ovalen Blase jederseits einen strahlenförmigen Büschel feiner Fäden hervortreten liessen, die ich alsbald als sehr bewegliche Pseudopodien erkannte, womit verhältnissmässig sehr lebhafte Ortsveränderungen bewirkt wurden. Ferner fand sich neben dem von der Blase eingeschlossenen glänzend gelben Körper auch noch dem Letzteren anliegend ein ganz heller runder Körper, ungefähr von derselben Grösse und Gestalt (Fig. 27, a. Fig. 28), mit meistens noch einem weiteren sehr kleinen und hellen Centrum. Ausserdem traten noch innerhalb der Blase hin und wieder einige dunkel glänzende kleine Körnchen hervor (Fig. 28), und hin und wieder auch eine grössere oder geringere Menge feinkörniger Substanz. Das waren im wesentlichen die sichtbaren Eigenschaften dieser merkwürdigen Körper.

Bei weiterer sorgfältiger Durchmusterung des mir zu Gebote stehenden Materiales fanden sich neben den einzelnen eben beschriebenen Körpern auch drei, vier (Fig. 25) fest miteinander verbundenen und schliesslich auch ganze Gruppen von 20 bis 50 und darüber (Fig. 29). Die letzteren stellten mehr oder minder kugelige Complexe dar, die nach allen Richtungen feine Pseudopodien ausstrahlten und auf diese Weise wiederum eine auffallende Actinophrys-Aehnlichkeit zur Schau trugen. Die äusserst zahlreichen zarten Pseudopodien waren indessen nicht gleichmässig radiär gestellt, sondern traten nach allen Richtungen aus, hier und dort auch in einzelnen divergirenden Büscheln, die sich mit benachbarten kreuzten. Hierdurch konnte bald festgestellt werden, dass die einzelnen Körper der Gruppe ganz in derselben Weise, wie wir das oben bei den solitären gesehen, jeder für sich Büschel von Pseudopodien hervorschickten. Auch im Uebrigen konnte ich die vollständige

Uebereinstimmung der solitären wie der gruppenweise zusammenhängenden Körper constatiren.

So weit reichen meine Beobachtungen für die uns hier vorliegenden Körper. Trotz aller darauf verwandten Mühe ist es mir bisher nicht gelungen eine Weiterentwickelung der solitären Körper, die ohne Zweifel die am weitesten fortgeschrittenen sind, direkt wahrzunehmen. Hingegen glaube ich in einem anderen Falle, wo ich ähnliche Gebilde in scheinbarem Zusammenhang mit den eigentlichen Actinophryen fand, einen Uebergang jener in einen Actinophrys-ähnlichen Zustand bemerkt zu haben, worauf wir in einem folgenden Artikel spezieller zurückkommen werden. Für uns handelt es sich zunächst darum, ob die oben beschriebenen Gebilde, sowohl die solitären wie die zu Gruppen verbundenen in genetischem Zusammenhang mit den gelben Körnern von Acanthocystis spinifera stehen, oder ob dieselben in den Entwickelungskreis anderer Formen gehören oder endlich selbstständige Organismen sind. Zur Beantwortung der ersten Frage ist noch eine wesentliche Lücke vorhanden, nämlich die Verfolgung der einfachen, von einem hyalinen Hof umschlossenen, Körner bis zu den, wenn auch sehr ähnlichen aber schon viel differenzirteren Körpern mit zweifachen strahlenförmigen Pseudopodienbüscheln, einem besonderen kernartigen Gebilde neben dem von der gemeinschaftlichen Blase eingeschlossenen gelben Körper u. s. w. Ebenso wenig bin ich im Stande die zweite Frage zu beantworten, da mir keine anderen Formen bekannt sind, mit denen ich die fraglichen Gebilde in Verbindung setzen könnte. Was endlich den dritten Punkt betrifft, so träte uns hierbei die interessante Möglichkeit von vielleicht polyzoen Radiolarien-artigen Organismen nahe, die, noch auf einer sehr niedrigen Stufe stehend, bloss aus Centralkapseln zusammengesetzt seien. Allein die Beobachtung tritt hier in ihr volles Recht und ihr müssen wir die hoffentlich nicht lang verzögerte Entscheidung über die interessanten Fragen anheimgeben.

Astrodisculus minutus nov. gen. et nov. spec.

Fig. 30.

Mit dem Genus-Namen Astrodisculus bezeichne ich eine eigenthümliche Form, von der ich mehrere sehr kleine Arten aufgefun-

den habe, die wohl alle dem Radiolarientypus direkt anzuschliessen sind. Der hauptsächliche äussere Charakter ist, dass sich um den eigentlichen Thierkörper ein heller breiter Gürtel gelegt, der mich anfangs veranlasste, diese Form meiner früher beschriebenen Gattung Amphizonella [1]) nahe zu bringen. Die weitere Untersuchung belehrte mich aber, dass der hier in Rede stehende äussere Gürtel aller Wahrscheinlichkeit nach durch eine sehr zarte poröse oder mit bestimmten feinen Oeffnungen versehene Kieselkapsel gebildet ist, da dieselbe durch die verschiedensten Reagentien, selbst auf Zusatz von Schwefelsäure nicht verschwindet, sondern stets als ein heller zarter Ring sich erhält. Durch diese poröse Hülle treten nicht bloss die Pseudopodien nach aussen, sondern auch grössere Körner und Körperchen vermögen dieselbe zu durchschreiten, so dass ich geneigt bin anzunehmen, die Hülle enthalte auch einzelne grössere Oeffnungen oder sei zum Theil aus weicher permeabler organischer Substanz gebildet. Der Zwischenraum zwischen der äusseren Kapsel und dem eigentlichen Thierkörper ist durch eine feinkörnige Sarkode ausgefüllt.

Die oben mit A. minutus benannte Art zeichnet sich durch eine graubraune Färbung des eigentlichen Körpers aus (Fig. 30) und enthielt in den Exemplaren, die ich aufgefunden, neben einem aus dem Centrum durchschimmernden centralen kugeligen Gebilde mehrere runde oder ovale scharf begrenzte Körper, über deren Bedeutung ich nichts mitzutheilen vermag. Die äusserst feinen Pseudopodien liessen sich hier, wie bei den übrigen Arten, durch den äusseren Protoplasmaring mit Leichtigkeit bis an und auch in den Körper verfolgen. Das Thierchen besitzt einen Durchmesser von nur 0,03 Mm.

Astrodisculus ruber Greeff.

Fig. 31.

Astrodisculus ruber gehört bezüglich der Radiolarienverwandtschaft zu den hervortretendsten Formen. Auf den ersten Blick fällt alsbald die verhältnissmässig grosse rothe Kugel im Innern des Körpers in die Augen, die schon sofort sehr deutlich auf eine

---

1) Ueber einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden. M. Schultze's Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. S. 323. Taf. XVIII. Fig. 12—15.

Homologie mit der Centralkapsel der Radiolarien hinweist. Die Hülle dieser Kugel ist sehr resistent und der Innenraum derselben scheint zum grössten Theile mit einer feinkörnigen rothgefärbten Substanz ausgefüllt zu sein. Ein besonders centrales Bläschen oder kernartiges Gebilde konnte ich nicht in derselben erkennen, was möglicherweise darin seinen Grund haben mag, dass der im Innern angehäufte rothe Farbstoff keinen genauen Einblick erlaubt, der durch Zusatz von Reagentien noch mehr erschwert wird. Eine vollständige Isolirung aus den umgebenden Sand- und Schlammtheilchen zur demnächstigen vorsichtigen Compression gehört aber bei der Winzigkeit des Thierchens zu den grössten Schwierigkeiten und in den meisten Fällen geht das mühsam zur Beobachtung gebrachte Objekt darüber verloren. Um diese Kugel zieht sich zunächst wieder eine Sarkodeschicht, die theils sehr feine rothe Körnchen enthält, theils grössere Körner von leuchtendem Roth, die alle untereinander in Aussehen und Grösse gleich sind. Von dieser Sarkodeschicht treten die ziemlich zahlreichen sehr feinen Pseudopodien die äussere poröse Rinde durchbrechend nach aussen; aber nicht bloss diese, sondern die grösseren rothen Körner wandern gleichfalls einzeln mit, um sich an den Pseudopodien eine Zeit lang umherzutreiben. Es muss besonderes Gewicht darauf gelegt werden, dass diese Körner keineswegs identisch mit den in der Rindenschicht der Pseudopodien in der Regel suspendirten und an den letztern auf- und niederlaufenden Körnchen sind, sondern dass dieselben durchaus selbstständige einzelne den inneren grösseren Körnern entsprechende Gebilde sind. Ich glaube nicht anstehen zu dürfen dieselben, trotzdem sie beträchtlich kleiner sind, mit den oben bei Acanthocystis kennen gelernten grünen Körnern in Verbindung zu bringen und in diesem Falle tritt uns die mögliche Homologie mit den gelben Zellen der Radiolarien auch hier wiederum nahe.

Die Bewegung des Thierchens vermittelst seiner, wie bemerkt, ziemlich zahlreichen, aber erst bei einer circa 300fachen Vergrösserung gut erkennbaren Pseudopodien, ist eine lebhaft rotirende, so dass man oft Mühe hat, durch Nachschieben des Objektträgers denselben zu folgen. Die Grösse des Körpers beträgt nur 0,03—0,04 Mm. im Durchmesser.

Ich schliesse hier noch einen anderen in Fig. 34 dargestellten Rhizopoden an, der mir einigemal begegnete und den ich anfangs für ein Entwickelungsstadium des eben beschriebenen A. ruber zu halten geneigt war, der aber doch wohl eine Form für sich darstellen mag. Der runde ziemlich scharf umgrenzte Körper liess kein centrales Gebilde im obigen Sinne erkennen, sondern ein paar rothe, aber im Verhältniss zu der vorhergehenden Art kleine und nicht central gelegene Kugeln und ausserdem, wie bei der vorigen Art, eine Anzahl rother Körner, die aus dem Innern auch in die äussere Sarkodeschicht wanderten. Dieselbe strömte in ziemlich breiter Zone und in lebhafter Bewegung um den Körper, ohne indessen lange und feine Pseudopodien zu bilden. Vielmehr waren dieselben kurz, unregelmässig, sich alsbald verzweigend und Anastomosen bildend, so dass nur eine unregelmässig sternförmige Figur hervortrat und der eigentliche Actinophrystypus in dieser Hinsicht unvollkommen oder nur stellenweise zum Ausdruck gelangte. Durchmesser 0,035 Mm.

Astrodisculus flavescens Greeff.

Fig. 32 und 32a.

Im Innern der intensiv gelb gefärbten Sarkode liegen mehrere braunroth gefärbte Körper von verschiedener Grösse und Gestalt. Das Centrum wird von einer hyalinen verhältnissmässig grossen Blase eingenommen, die nach Zusatz von Essigsäure sich verdunkelt und mit einer scharfen Grenze umgiebt und dann im Innern kleine Körnchen erkennen lässt, die namentlich rund um die Innenwand kranzartig anliegen. Das Verhalten der Pseudopodien und der äussern Hülle wie bei den beiden vorigen Arten. Die Grösse des Körpers beträgt circa 0,03 Mm. Durchmesser.

Astrodisculus flavo-capsulatus Greeff.

Fig. 33 und 33 a.

Wie bei A. ruber eine rothe, so tritt hier mitten im Centrum des Thierkörpers eine gelbe Kugel hervor und um so schärfer und auffallender, da dieselbe das einzig gefärbte Gebilde des ganzen Thierkörpers ist. Wie dort, so brauchen wir auch hier wohl nicht an-

zustehen, dieses Gebilde als Homologon der Centralkapsel in Anspruch zu nehmen.

Eine sehr interessante Beobachtung an diesem Thierchen war, dass ich an einem der aufgefundenen Exemplare die gelbe Kapsel an einer Stelle geöffnet fand, und zwar wie es schien durchaus spontan, da das ganze Objekt sonst unverletzt war und auch keinerlei Druck stattgefunden hatte. Aus der Oeffnung war ein Theil des Kapselinhaltes mit diesem noch zusammenhängend (Fig. 23 a) ausgeflossen als ein kleiner Strom zähflüssiger Masse, in der kleine Körnchen suspendirt waren.

Um die gelbe Kapsel zieht sich ein Hof feinkörniger heller Sarkode, deren äusserer Rand aber hier abweichend von den vorigen von einer feinen Strichelung umzogen ist, die in sehr auffallender Weise an die Fussscheibchen der Stacheln von Acanthocystis erinnert. Ich habe indessen nicht feststellen können, ob ausser den vielfach ausstrahlenden sehr feinen Pseudopodien Kieselnadeln auf diesen kleinen Plättchen stehen, die jedenfalls, wenn sie vorhanden, von sehr grosser Feinheit sein müssten. Der Durchmesser des Körpers beträgt nur circa 0,025 Mm.

Astrodisculus radians Greeff.

Fig. 36 und 36 a.

Ich stelle diese Art vorläufig noch unter die Gattung Astrodisculus, obgleich sie sich durch einige besondere Eigenthümlichkeiten im äussern und innern Bau von derselben entfernt. Zu den Ersteren gehört, dass die äussere poröse Kieselhülle noch durch radial vom Körperumfang bis zur inneren Hüllenwand tretende Kieselstäbchen oder Nadeln gestützt ist (Fig. 36), und zu den zweiten, dass der Körper mehrere Centralkapsel-artige Gebilde im Innern enthält. Dieselben liegen dicht aneinander und treten auf Zusatz von Essigsäure als granulirte kuglige Körper aus dem Innern hervor. Ich habe nur zwei Exemplare dieser Form auffinden können. Bei dem einen waren zwei jener Kugeln (Fig. 36), bei dem anderen drei vorhanden (Fig. 36 a). Ob dieselben als Theilungsprodukte oder als eine constante Vielzahl der Centralkapseln aufzufassen sind und in letzterem Falle mit den polyzoen Radiolarien einen Vergleich gestatten, wage ich bei dem geringfügigen Beobachtungsmaterial nicht

zu entscheiden. Ausser diesen drei Kugeln enthielt das körnige Protoplasma des Innenraums noch ein oder zwei grössere hellgrüne und mehrere kleine braunrothe Körper.

Körperdurchmesser 0,03 Mm.

Hyalolampe fenestrata nov. gen. et nov. spec.

Fig. 37.

Diese höchst interessante und charakteristische Form ist von einer sehr zierlichen Kieselschale umgeben, die wie aus einzelnen aneinander gelegten Glaskügelchen gebildet zu sein scheint. Auf den ersten Blick glaubte ich ein alveoläres schaumiges Sarkodenetz vor mir zu haben, überzeugte mich aber schon durch die Betrachtung der Contouren bald, dass dasselbe von ersterem Gefüge war. Die weitere Untersuchung zeigte, dass weder Essigsäure noch Kali, noch selbst Schwefelsäure das Gitterhaus zu zerstören vermochten, und so zweifle ich nicht, dass dasselbe aus Kieselerde besteht und wir somit wiederum in dieser Form eine hinsichtlich der Radiolarien-Verwandtschaft sehr beachtenswerthe Form vor uns haben, die sich am leichtesten wohl, wie die Clathrulina, den Ethmosphaeriden nähern lässt.

Der von diesem Gittergehäuse eingeschlossene rothbraun gefärbte Sarkodekörper umschliesst ein gegen die vorhergehenden Formen verhältnissmässig kleines kernartiges Gebilde und enthält neben mehreren rothbraunen Körpern viele kleine Körner. Die durch die Gitteröffnungen hervortretenden Pseudopodien sind, wie bei den vorigen, sehr fein. Die meist rotirende Bewegung ist lebhaft. Durchmesser sammt der Gitterschale circa 0,04 Mm.

Die vorstehenden Mittheilungen möge man, wie bereits Eingangs derselben erwähnt, nur als einen ersten Versuch ansehen, einige den Radiolarien nahe stehende Rhizopodenformen vorzuführen und hierbei den einen oder anderen allgemeinen Gesichtspunkt zur Sprache zu bringen, unter denen vielleicht eine festere systematische Verbindung dieser Formen mit den im Meere lebenden bewerkstelligt werden kann. Man wird zu gleicher Zeit aus diesen Beobachtungen ersehen, dass die mikroskopische Süsswasserfauna

noch weit davon entfernt ist für unsere Kenntnisse erschöpft zu sein, und dass uns namentlich in Rücksicht auf die hier behandelten Organismen noch ein reiches und vielleicht für beide, für die Meeres- wie Süsswasserformen, fruchtbares Feld der Beobachtung vorliegt.

In einem folgenden Artikel gedenke ich nun zunächst einige Details über Bau und Entwickelung der oben beschriebenen und einiger anderer Formen mitzutheilen und sodann auch auf die eigentlichen Actinophryen näher einzugehen, die den Radiolarien auch aus andern, als den oben angeführten Gründen, weit näher zu stehen scheinen, als man bisher geglaubt hat.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXVI u. XXVII.

Taf. XXVI. Fig. 1—7 incl.

Clathrulina elegans.

Fig. 1. Ein einzelnes lebendes Individuum mit Gitterhaus und Stiel in 300—400facher Vergrösserung.

„ 2. Eine Gruppe von vieren, von denen drei radienartig auf den Gitterstäben des ersten sitzen. 60—70fache Vergrösserung.

a ein Gehäuse mit fünf } in Cysten eingeschlossenen Embryonen
b „ „ „ zehn }

c } in jedem Gehäuse ein lebendes Individuum.
d }

„ 3. Ein Embryo vor der Encystirung. 320malige Vergrösserung.

„ 4. Eine ausgebildetete mit feinen Stacheln (Kieselerde) besetzte Cyste 320malige Vergrösserung.

„ 5. Das auswärts rinnenförmig ausgehöhlte Gitterwerk des Gehäuses bei 600facher Vergrösserung.

„ 6. Ein junges Individuum mit erst kurz vorher gebildeter noch zarter und ungefärbter Schale. 320fache Vergrösserung.

„ 7. Der Protoplasmakörper von Clathrulina mit den in demselben umherwandernden Vacuolen. 320fache Vergrösserung.

Fig. 8 bis 17 incl.

Acanthocystis viridis.

Fig. 8. Lebende Acanthocystis viridis bei 320facher Vergrösserung.

a. Grössere, kurz gegabelte Kieselstacheln bei denen man jedoch in der seitlichen Lage die Gabel nicht sieht.

b. Kürzere und dünnere aber weiter gegabelte Kieselstacheln.

c. Pseudopodien.

„ 9. Ein einzelner grösserer Kieselstachel bei 400facher Vergrösserung.

„ 10. Eine Darstellung der an der Oberfläche des Thieres zeitweise spontan entstehenden Oeffnungen zum Durchlass der grünen Körner. a. Ein grünes Korn im Begriff durch die Oeffnung nach aussen zu treten. b. Ein vorausgegangenes. c. Ein solches, das bereits von einer hyalinen Hülle umgeben ist. 300malige Vergrösserung.

„ 11. Ein durch Druck gesprengtes Individuum mit den nach aussen getretenen Protoplasma-Kugeln und Blasen und den im Innern zum grössten Theil zurückgebliebenen grünen und blassen festen Körnern. 300malige Vergrösserung.

Fig. 12. Hyaline Blase mit eingeschlossenem granulirtem Körper aus dem Innern des Körpers (Centralkapsel. 600malige Vergrösserung.

„ 13. Ein junges Individuum, aus dessen spontan gebildeter Oeffnung der durch die Fussscheiben der Stacheln gebildeten Körperrinde das Protoplasma zu amöbenartigen Bewegungen aus dem Innern hervortritt und zwar theils in lappen- und fingerförmigen Fortsätzen (a), theils in langen kräftigen Pseudopodien (b). c. Die längeren, d. die kürzeren Kieselstacheln. 320malige Vergrösserung.

„ 14. Ebenfalls ein junges Individuum mit zwei einander entgegengesetzten Oeffnungen, aus welchen beiden je ein starker spitz zulaufender Sarkodefortsatz hervortritt. Die Stacheln sind nicht ausgeführt. 320malige Vergrösserung.

„ 15. Ein encystirtes Individuum. a. Aeussere kieselige Kapsel. b. Innere organische Kapsel. c. Der Thierkörper. Die Stacheln auf der äusseren Kapsel a sind in der Zeichnung nur angedeutet. 320malige Vergrösserung.

„ 16. Der encystirte Körper durch Druck sichtbar gemacht. Die Körner liegen so eng und regelmässig an der Oberfläche zusammen, dass der Anschein eines Gitterwerkes entsteht. 600fache Vergrösserung.

„ 17. a. blasse und b grüne Körner. 600malige Vergrösserung.

Tafel XXVII.

Fig. 18. Eine der Acanthocystis nahestehende Form (siehe Text S. 492) bei 320facher Vergrösserung.

„ 19. *Acanthocystis pallida.* a. Längere, b. kürzere Kieselstacheln, c. Pseudopodien. d. Ausgetretene, um die und zwischen den Stacheln fortlaufende, körnige Sarkode. e. Lappenförmige, mehr hyaline Fortsätze. 320fache Vergrösserung.

Figur 20—23 incl.:

Acanthocystis spinifera. 300—400fache Vergrösserung.

Fig. 20. Ein kleineres Individuum mit im Umkreise circulirender körniger Sarkode und einem gelben Körper im Innern. c. Kieselnadeln. d. Pseudopodien.

„ 21. Dasselbe nach Behandlung mit Essigsäure. a. Centrale Blase mit durch die Gerinnung hervorgetretenen Körnern. b. Unveränderter gelber Körper. c. Kieselnadeln.

„ 22. Ohne gelbe Körper mit einem excentrisch gelegenen Kerngebilde (a)

„ 23. Mit vielen gelben Körpern, die durch eine zeitweise in der Rinde sich bildende Oeffnung nach aussen treten. a. Centrale Blase. b. Oeffnung an der Oberfläche mit einem durchtretenden gelben Korn. c. Ein solches, das an einem äusseren Sarkodefaden hängt. d. Mit einer hyalinen Hülle umgeben.

Figur 24—29. 600fache Vergrösserung.

Fig. 24. Ein ähnlicher gelber Körper mit hyaliner Hülle, vom Thierkörper entfernt aufgefunden.
„ 25. Eine Gruppe von Vieren mit ausgestrekten Pseudopodien.
„ 26, 27 u. 28. Einzelne grössere mit zwei von entgegengesetzten Seiten hervortretenden strahlenförmigen Büscheln von Pseudopodien. Fig. 27. a. Besonderes kernartiges Bläschen neben dem gelben Körper im Innern.
„ 29. Ein ganzer Complex solcher Körper mit ausgestreckten Pseudopodien.
„ 30. Astrodisculus minutus
„ 31. „ ruber } 320fache Vergrösserung.
„ 32. „ flavescens
„ 32 a. Centrales kernartiges Gebilde nach Zusatz von Essigsäure. 600fache Vergrösserung.

Figur 33—37. 320fache Vergrösserung.

Fig. 33. Astrodisculus flavo-capsulatus.
„ 33 a. Centrale Kapsel mit ausfliessendem Inhalte
„ 34. Entwickelungsstadium von A. ruber (?)
„ 35. Entwickelungsform von Acanthocystis viridis (?)
„ 36. Astrodisculus radians. a. Aeussere Kapsel mit den an die innere Wand vom Körper radienartig gestellten Kiesel (?) stäbchen.
„ 36a. A. radians mit drei granulirten Kugeln im Innern, auf Zusatz von Essigsäure.
„ 37. Hyalolampe fenestrata. a. Aeussere Gitterschale. b. Thierkörper. c. Pseudopodien.

Ueber die Endigung der Nerven in der epithelialen Schicht der Haut.

Von

Dr. **Podcopaĕw**

aus Petersburg.

Aus dem Institut für experimentelle Pathologie in Wien.

Hierzu Fig. 1 und 2 in Holzschnitt.

Ich bin mit Zuhilfenahme der von Conheim angegebenen Vergoldungsmethode an eine Prüfung der Arbeit von Langerhans gegangen, und habe die Nervenendigung, respective die Nervenendausbreitung in dem Rete Malpighii untersucht. An der Haut des Menschen konnte ich aber nicht so befriedigende Bilder hervorrufen, dass ich mir über so feine Verhältnisse ein Urtheil erlauben dürfte. Ich habe keine hinreichend frischen Hautstücke bekommen können als es nöthig ist, um die Goldmethode mit gutem Erfolge anzuwenden; namentlich konnte ich die feinen Fäden zwischen den Zellen des Rete nicht recht deutlich machen. Ich versuchte es daher mit der Haut von Thieren hauptsächlich aus dem Grunde, weil ich da mit frischen Stücken nach Belieben experimentiren konnte.

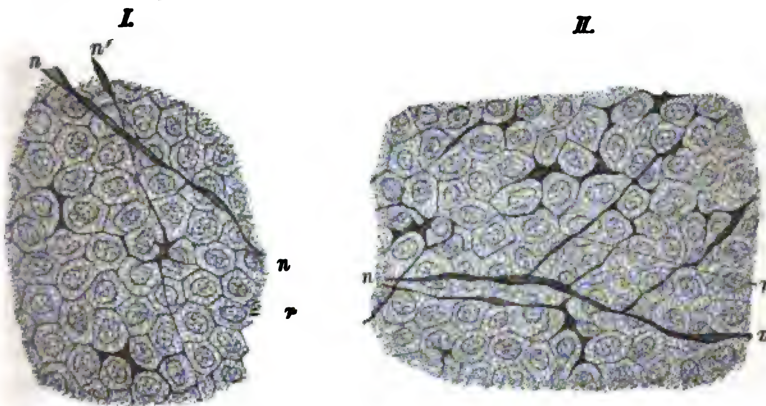
Am günstigsten gestaltete sich die Haut des Kaninchens. Dieselbe ist so dünn, dass sie sich zu den Versuchen besonders eignet. Mein Verfahren war folgendes: ich schnitt kleine Stücke der Haut, nachdem diese zuvor kurz geschoren worden, dem lebenden, oder eben getödteten Thiere aus, entfernte das Unterhautzellgewebe und legte die Stücke entweder unmittelbar in $^1/_4$ %ige Goldlösung, oder aber erst in mit Essigsäure schwach angesäuertes Wasser, liess sie da einige Minuten und legte sie dann in die Goldlösung. Hier liess ich die Stücke zwei bis drei Stunden und behandelte sie dann nach

der bekannten von Conheim angegebenen Methode. Am zweiten oder dritten Tage untersuchte ich die Präparate auf senkrechten und Flachschnitten in Glycerin.

Der Grad der Färbung ist an verschiedenen Hautstellen verschieden und ich nehme daher nur die dunkelvioletten Stellen, da sich diese zur Untersuchung am besten eignen.

Ueber den Eintritt der Nerven aus dem Unterhautzellgewebe in die Cutis, über Gefässe, Haarbälge, Drüsen und Muskeln weiss ich aus meiner Vergoldungsmethode zu dem Bekannten nichts hinzuzufügen. Ich habe mein Hauptaugenmerk auf das subepitheliale Nervennetz gewendet, und auf die Beschreibung dieses will ich mich beschränken. Ich werde mich zunächst nur auf Flachschnitte beziehen, da diese für das Studium des Netzes und Ueberganges der Nerven in das Rete am geeignetsten sind. Ich legte die Schnitte mit der Hornschicht nach abwärts, und konnte mich so mit Hilfe der Stellschraube über die verschiedenen Tiefen der Gebilde orientiren, welche sich nun an gefärbten Stücken auf das Schönste präsentiren.

Man sieht da die in den Fig. 1 und 2 abgebildeten verästigten



Beide Figuren sind nach Flachschnitten aus der vergoldeten Kaninchenhaut gezeichnet.

Die mit n bezeichneten Stränge sind subepithelial.

n in Fig. I ist eine knotenförmige Anschwellung eines solchen Stranges.

Die dunkelgezeichneten sternförmigen Körper sind die Analoga der von Langerhans beschriebenen und für Nervenelemente gehaltenen Gebilde. Ihre Ausläufer erstrecken sich theils zwischen die Zellen, theils laufen sie über Zellen hinweg.

Die mit r bezeichneten Stellen entsprechen Nervenfäden im Rete Malpighii.

Körper, offenbar die Analoga der Gebilde, welche Langerhans in der menschlichen Haut gesehen und beschrieben hat; sie liegen zwischen den Zellen des Rete und stehen einerseits mit dem Netze unterhalb des Rete in Verbindung. Von ihnen ziehen feine, aber durch ihre dunkle Färbung schwarz markirte Fäden, welche zwischen den Epithelialzellen und auf ihrer Oberfläche wieder Netze zu bilden pflegen. Das subepitheliale Nervennetz besteht aus langen marklosen Fasern, denen nur seitlich Kerne eingelagert sind.

Bei schrägen und verticalen Schnitten der Haut kann man die gefärbten Körper im Rete gleichfalls sehen, doch lässt sich ihr Zusammenhang mit dem Nerven schwer erkennen. Es gelang mir aber auch, auf solchen Schnitten feine Nervenfasern zu sehen, welche in das Rete eintreten, sofort oder, nachdem sie eine kurze Strecke der Hautoberfläche entlang gelaufen sind, schräg in die Höhe streben, um zwischen Rete und Hornschicht zu enden; einige von diesen Fasern verzweigen sich noch und andere zeigen knopfförmige Anschwellung. Ich kann aber nicht behaupten, dass diese die Endigung der Nerven darstellen; denn man sieht mit stärkeren Vergrösserungen grösstentheils noch eine Fortsetzung des Fädchens über die Anschwellung hinaus. Dieses feinste Fädchen entzog sich meiner Beobachtung.

Was die Haarbälge betrifft, so sah ich, dass aus Nervennetzen, welche den Bulbus umspinnen, feine Fasern ausgehen und bis zur äusseren Wurzelscheide reichen, wie es auch Langerhans beim Menschen beobachtet hat. In der Wurzelscheide sieht man dunkle Körper und feine Fädchen zwischen den Zellen; doch gelang es mir hier nicht, einen directen Zusammenhang dieser Fädchen mit Nerven zu sehen.

Die auf diese Weise erkannte Thatsache des Ueberganges und der Vertheilung der Nerven in der epithelialen Schicht der Cutis dürfte, wie mir scheint, dienlich sein zur Erklärung einiger physiologischen und pathologischen Erscheinungen in den Hautfunctionen.

Wien, 10. Juli 1869.

Ueber das Verhalten der Nerven zu den glatten Muskelfasern der Froschharnblase.

Von

Dr. Tolotschinoff

aus St. Petersburg.

Aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien.

Die Froschharnblase bildet ein sehr geeignetes Object, um die in neuerer Zeit lebhaft besprochenen Beziehungen der Nerven zu den glatten Muskelfasern zu studiren. Ich wählte vorzugsweise junge Individuen von Rana temporaria aus, weil bei ihnen die Blase dünner und die einzelnen zu Bündeln angeordneten Muskelfasern nicht so dicht aneinander gedrängt sind, als bei rana escul. und daher viel leichter einer gründlichen Durchmusterung unterzogen werden können. Schneidet man die lebende Blase eines solchen Exemplars aus dem Körper aus, so contrahirt sie sich sehr lebhaft und bildet dadurch Falten, welche der Untersuchung hinderlich sind. Um dies zu vermeiden, schob ich ein gekrümmtes Glasrohr in die Kloake des Thieres und dehnte die Blase durch Einblasen von Luft möglichst stark aus. Die ausgedehnte Blase bepinselte ich solange mit $1/2$ %iger Lösung von Goldchlorid, bis die Muskelbündel weiss zu werden begannen. Nach diesem Zeichen ihres Absterbens waren die störenden Contractionen nicht mehr zu fürchten. Gewöhnlich genügte eine Zeitdauer von 10 Minuten, um diese Erscheinung hervorzubringen. Alsdann schnitt ich die Blase aus dem Becken aus, brachte sie während weiterer 10 Minuten in eine gleich starke Lösung von Goldchlorid und dann in schwach angesäuertes Wasser und liess sie da drei Tage lang liegen. Während dieser Zeit färbte sich die Blase gewöhnlich dunkel violett. Dann spannte ich sie auf einer geeigneten Unterlage auf, entfernte mittelst Pinseln das Schleimhaut-Epithel und brachte einzelne Stücke in Glycerin auf das Objectglas. Sehr vor-

theilhafte Bilder gewährten mir solche Blasenstücke, welche ich nach der Behandlung mit Goldchlorid in Carmin inbibirte. Es werden dadurch die Muskelelemente rosafarben, während die Nervenfasern ihre dunkelviolette Farbe beibehalten und sich dadurch von ersteren schärfer absetzen.

Die Muskeln der Blase ordnen sich zu grösseren und kleineren Bündeln, bilden, indem sie sich vielfach kreuzen, Maschen, durch welche übrigens noch einzelne, zuweilen verästigte Fasern durchgesteckt sind. Durch die Maschen hindurch ziehen die Blutgefässe und Nerven. Die letzteren erscheinen an mehreren Stellen als kleine Stämmchen, lösen sich bald in Fasern auf, welche sich ihrerseits dichotomisch theilen, häufig mit benachbarten Fasern anastomosiren und dadurch grössere und kleinere Maschen bilden. Die grösseren Maschen umspinnen die Muskeln, während die kleineren unter dem Epithel der Schleimhaut und demjenigen des Peritorium gelegen sind.

Da uns hier nur die Beziehungen der Nerven zu den Muskelfasern interessiren, so lassen wir ihr Verhalten zu den Gefässen und Epithelien ganz ausser Acht.

Die oben erwähnten mehrgestaltigen Nervenmaschen verlaufen entweder parallel den analog angeordneten Muskelbündeln oder kreuzen sich mit ihnen. Häufig sieht man Nerven von zwei entgegengesetzten Richtungen an die Muskelbündel herantreten und dann mit ihnen parallel verlaufen; zuweilen auch wieder abtreten, ohne mit ihnen eine sichtbare Beziehung einzugehen. Diejenigen Nerven aber, welche auf den Muskelfasern verbleiben, theilen sich dichotomisch und stellen so feinste Fädchen dar, welche ein sehr verschiedenes Verhalten zeigen. Ich sah dieselben über und unter den Kerne in verschiedener Richtung hinwegziehen; jedoch konnte ich niemals Bilder sehen, wie sie Arnold [1]) in seiner bezüglichen Arbeit abbildet. Häufig sah ich diese feinsten Nervenfädchen dicht an den Contour eines Kernes angedrängt und sich da der Beobachtung entziehen; ein Verhalten, das mich veranlassen könnte, hier eine Endigung der Nervenfibrille an der Seite des Kernes zu vermuthen, wenn ich nicht bestimmt gesehen hätte, wie jene Fibrillen unter Umständen weiter gehen, um sich auf oder zwischen den Muskelfasern zu verlieren, so dass ich mir über ihre wirkliche Endigungsweise bis jetzt keine klare Vorstellung zu machen im Stande bin.

---

1) Stricker, Handbuch der Gewebelehre.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass ich ausser den bereits bekannten Kernanschwellungen im Verlaufe und an den Theilungsstellen der Nervenfasern noch Ganglienzellen mit grossen Kernen beobachtet habe, welche den Nervenstämmchen angelagert waren.

Ueber die Entwickelung des fibrillären Bindegewebes.

Von

Dr. Wilhelm Breslauer.

Aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien.

Die Frage nach der Entwicklung des fibrillären Bindegewebes war in neuester Zeit wieder Gegenstand lebhafter Erörterung und ist in verschiedener Weise beantwortet worden.

Obersteiner [1]) lässt in seiner Arbeit »über Entwicklung und Wachsthum der Sehne«, letztere bei ganz jungen Embryonen aus zahlreichen enge an einander liegenden Zellen mit deutlichem Kern und Kernkörperchen bestehen. Von zwei entgegengesetzten Punkten dieser Zellen sollen parallel der Richtung der Sehne zwei Fortsätze ausgehen, die noch die körnige Structur des Protoplasmas besitzen. Nach Obersteiner zeigen diese Fortsätze weder Zerspaltung noch Theilung, und er behauptet, dass sich aus diesen Fortsätzen und nicht aus der Intercellularsubstanz die Sehnenfasern entwickeln. Kusnetzoff [2]) lässt ebenfalls die Bindegewebsfibrillen aus den Fortsätzen der Zellen entstehen, die sich während ihres Wachsthums dichotomisch theilen, dabei dünner werden und dann als Bindegewebsfibrillen weiter wachsen. Aus der Intercellularsubstanz hat er nie etwas entstehen sehen, er kennt ihre Bedeutung nicht, er weiss nur, dass sie allmälig abnimmt, und vermuthet, dass die Kittsubstanz des entwickelten Bindegewebes Residuen der embryonalen Zwischensubstanz sei. Das Ansehen der letzteren nahm jedoch bedeutend zu, seitdem Rollett [3]) das Entstehen der Bindegewebsfibrillen

---

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 56 p. 165.

2) Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 56 p. 251. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Cutis.

3) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, Leipzig 1[illegible] p. 62. und folg.

neuerdings unabhängig von den zelligen Elementen aus der Intercellularsubstanz geschehen lässt. Rollett ist zu diesen Resultaten durch Untersuchung des Mesenteriums von menschlichen und Thierembryonen gekommen, wo er das Auftreten feiner, geschlängelter, ausser jedem Zusammenhang mit den zelligen Elementen stehender Fäserchen in der homogenen Intercellularsubstanz beobachtet hat. Diese Fäserchen, von glattem Contour und wellenförmiger Biegung, nehmen an Menge immer zu, treten zu Bündeln zusammen, welche mit zunehmendem Alter immer dicker werden und dann das fibrilläre Bindegewebe darstellen.

Ich habe bei meinen Untersuchungen zehn Tage alte Hühnerembryonen, bis 15 Ctm. lange Schweinsembryonen, verschieden lange Rindsembryonen, von denen die von $5^1/_2$ Ctm. Länge die günstigsten waren, und endlich $1-2^1/_2$ Ctm. lange Kaninchenembryonen benutzt. Die Embryonen wurden in verdünnter Lösung von doppelt chromsaurem Kali aufbewahrt, und die bereiteten Zupfpräparate wurden ebenfalls in einer verdünnten Lösung dieses Mediums aufbewahrt. Bei dieser Einschliessungsmethode erhielten sich die Objecte noch am längsten unverändert, obgleich sie auch da nach 10—12 Tagen bedeutend an Klarheit einbüssten.

Das embryonale Gewebe der Cutis besteht nach der Aufbewahrung in doppelt chromsaurem Kali, in seinen frühesten Stadien, aus Zellen von runder Form, deren Protoplasma vollkommen homogen, glänzend, schwach lichtbrechend ist, und die einen runden, deutlich unterscheidbaren, in seiner Masse ebenfalls homogenen, glänzenden Kern einschliessen. Die nächste Veränderung, welche mir an diesen jungen Zellen auffiel, war das Auftreten von Körnchen im Protoplasma, und im geringeren Grade im Kern der Zelle, so dass diese zuletzt ein körniges Ansehen bieten. Hat die Zelle einmal diese Beschaffenheit angenommen, so ist sie auch nicht mehr rund, sondern ist gestreckt; es gehen von der Umgebung des Kernes Fortsätze nach zwei entgegengesetzten, oder auch nach mehreren Richtungen aus, während der Kern selbst eine ovale Gestalt annimmt. Die Form der Zellen ist nichts weniger als typisch, denn man findet oft zwei, drei und vier Fortsätze, die auf einem unregelmässigen Protoplasmaleib aufsitzen. In der Cutis ist die dichotomische Theilung der Zellen besonders auffallend, was Kusnetzoff veranlasst hat, das Entstehen des wellenförmigen Gewebes durch Theilung anzunehmen. Man sieht in der That von denselben sehr feine Fäden

auslaufen; allein es ist mir nie gelungen, aus der Theilung hervorgegangene, deutlich wellenförmig gewundene Fibrillen zu konstatiren. Andererseits habe ich Zellen gesehen, deren Fortsätze als ein Bündel feinster wellenförmig angeordneter Fibrillen definirt werden konnten. Am günstigsten gestalteten sich hier Präparate von 10 Tage alten Hühnerembryonen, namentlich aus der tieferen Lage der Cutis. Man findet hier nebst Zellen der verschiedensten Form die genannten Bilder mit wellenförmig fibrillärer Structur der Fortsätze. In der Mitte einer solchen gestreckten Zelle liegt ein ovaler Kern von feinkörnigem Ansehen, der den Zellenleib etwas hervorwölbt. Dieser Kern ist umgeben von grob und fein granulirtem Protoplasma, das sich gegen die Fortsätze hin immer mehr verschmächtigt; letztere selbst haben ein streifiges Ansehen und zerfahren an ihrem Ende in ein Büschel feinster divergenter Fäserchen, die mit der Immersionslinse betrachtet, noch nicht den glatten Contour des entwickelten Bindegewebes, sondern ein sehr feinkörniges Ansehen bieten. Ihre wellenförmige Anordnung lässt aber schon zweifellos auf ihren Charakter als Bindegewebsfibrillen schliessen. Die Weiterbildung der Fasern scheint nun, wie schon Schwann[1]) behauptet, von dem Ende her gegen den Kern der Zelle immer fortzuschreiten, bis man endlich Bilder bekommt, wo die Fortsätze in ihrer ganzen Länge Bündel von Bindegewebsfibrillen darstellen, die einen ovalen Kern einschliessen. Eine Täuschung ist hier insofern möglich, als der Kern dem Bündel von Fibrillen nur aufliegen kann, also nicht ihm selbst angehört. Vor dieser Täuschung wird man sich leicht schützen, wenn man durch leise Verschiebung, oder durch Druck auf das Deckglas Lageveränderungen vornimmt. Die besten hierauf bezüglichen Präparate erhielt ich von $5^1/_2$ Ctm. langen Rindsembryonen und 10 Ctm. langen Schweinsembryonen.

Der Bau des Bindegewebes der Nabelschnur ist von dem der Cutis schon für oberflächliche Betrachtung durch das Ueberwiegen der Intercellularsubstanz verschieden. Die zelligen Elemente nehmen ebenfalls die Spindelform an, erreichen eine weit grössere Länge als die Elemente der Cutis, und was sie von letzteren namentlich unterscheidet ist, dass eine dichotomische Theilung der Fortsätze nicht beobachtet wird. Die Form der Zellen ist konstant, denn es

---

1) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung etc. von Dr. Theodor Schwann p. 137.

gehen immer nach zwei entgegengesetzten Richtungen Fortsätze aus, die eine grosse Feinheit erlangen. Wählt man zur Untersuchung Nabelschnüre von $5^1/_2$ Ctm. langen Rindsembryonen, so bekommt man Bilder, die keinen Zweifel aufkommen lassen, dass auch in der Nabelschnur die Fibrillenbildung durch eine Auffaserung der Zellenfortsätze zu Fasern vor sich gehe. Man fand hier z. B. einen ovalen Kern, der in der Richtung seiner Längsaxe zwei Fortsätze ausschickte, von denen der eine nur für körnige Protoplasmamasse gehalten werden konnte, während der andere, ein streifiges Ansehen darbietend, mit der Immersionslinse deutlich Fibrillen unterscheiden liess. Parallel mit diesen Fortsätzen und dicht anliegend war entwickeltes Bindegewebe, welches sich durch die regelmässig wellenförmige Anordnung von dem feinkörnigen Aussehen der streifigen Zellfortsätze unterschied. An solchen Präparaten, wo man entwickeltes neben embryonalem Bindegewebe bekömmt, fällt auf, dass im ersteren die Kerne in den Bündeln gänzlich fehlen. Man kann hier entweder ein Zugrundegehen der Kerne, ein Zerfallen mit nachträglicher Resorption annehmen, oder dass die Kerne vorhanden, jedoch nicht sichtbar seien.

Weit günstiger für die Untersuchung als Cutis und Nabelschnur ist ein in dieser Richtung bisher noch nicht untersuchtes Gewebe, das ist das Schleimgewebe aus der Trommelhöhle von 10 Ctm. langen Schweinsembryonen. Ueber die Entwicklung der Fibrillen bekommt man hier sehr schöne, und verhältnissmässig am leichtesten darstellbare gute Zupfpräparate.

Von den Zellen dieses Gewebes gehen regelmässig Fortsätze nach zwei entgegengesetzten Richtungen aus, an denen wie bei der Nabelschnur und im Gegensatz zur Cutis die dichotomische Theilung vollkommen in den Hintergrund tritt, deren Zerfahren zu Fibrillen dagegen bis zur Evidenz nachgewiesen werden kann. Man kann hier den Process vom Beginn des fibrillären Zerfalls der Zellfortsätze bis zum vollständig entwickelten Bindegewebe verfolgen. Neben Zellen, deren Fortsätze an ihrem Ende die beschriebene Veränderung eingehen, bekömmt man an guten Präparaten Bilder von Bündeln deutlicher Fibrillen, die einen Kern von ovaler Form einschliessen. Diese Fibrillen unterscheiden sich wesentlich von den entwickelten Bindegewebsfibrillen durch ihren feinkörnigen Bau und das Fehlen der typischen Anordnung. Mit der zunehmenden Entwicklung nehmen sie den Charakter des Bindegewebes immer mehr

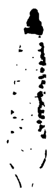
an, und haben sie ihre vollkommene Entwicklung erreicht, so wird auch der Kern vermisst. —

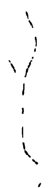
Ausser den beschriebenen Geweben habe ich auch Fascien untersucht, besonders häufig die fascia cruralis von verschiedenen Embryonen. Die Resultate weitläufig auseinanderzusetzen, ist nicht nöthig, da sie im Wesentlichen mit den zuletzt beschriebenen übereinstimmen.

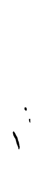
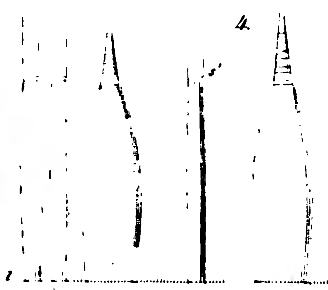
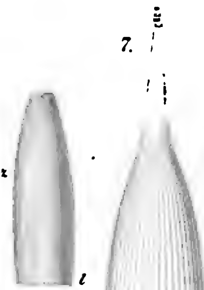
Ich glaube demgemäss, an die ursprüngliche Auffassung von Schwann, und in geläutertem Sinne an die Anschauungen von Max Schultze, Babuchin und an jene aus der Brücke'schen Schule hervorgegangenen Arbeiten von Obersteiner und Kusnetzoff anknüpfen zu müssen. Ich glaube aus meinen Bildern strengstens deduziren zu dürfen, dass die Zellfortsätze embryonaler Bindegewebskörperchen zu fibrillärem Gewebe zerfallen. Dass neben solchen Vorgängen auch eine dichotomische Theilung vorkommt, muss ich gleichfalls bestätigen, nur habe ich den Uebergang solcher Fortsätze in fibrilläres Gewebe nicht beobachtet. Was schliesslich die Entstehung des letzteren aus der Intercellularsubstanz betrifft, so konnte ich mir über den Vorgang keine Anschauung verschaffen, und ich kann eine solche Bildung eben so wenig behaupten als bestreiten.

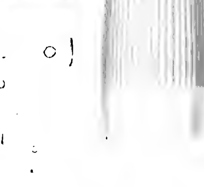
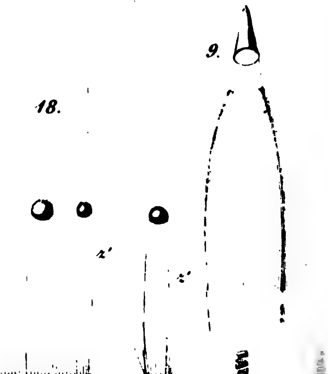
Berichtigung.

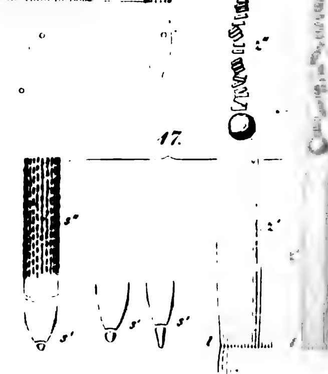
Auf pag. 332 und 374 des vorigen Heftes lies in den Ueberschriften Koschewnikoff statt Koschennikoff.






M. Schultze del. Wagenschieber sc.

Fig. 1.

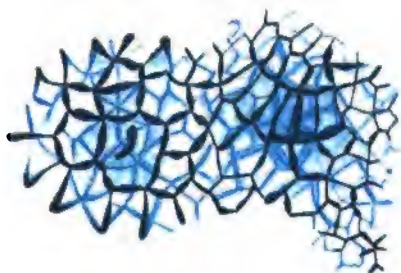


Fig. 2 A.

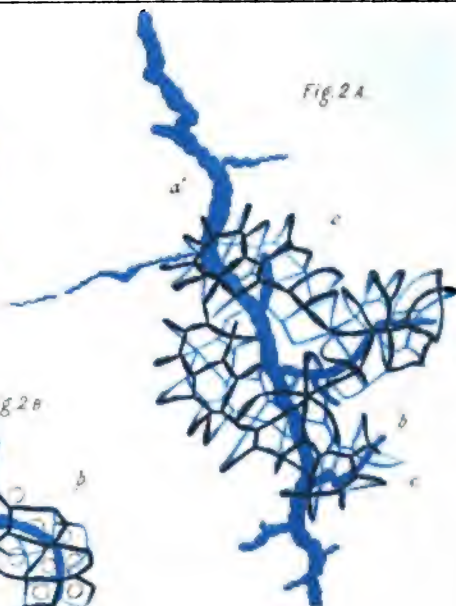


Fig. 3.



Fig. 2 B.



Fig. 4.

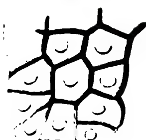


Fig. 5.



Fig. 7.

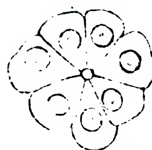


Fig. 6.

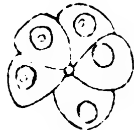


Fig. 8.

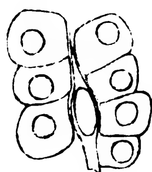


Fig. 9.

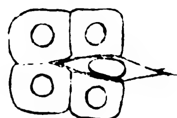
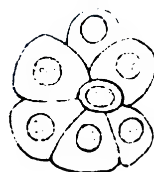


Fig. 10.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Fig. 11.

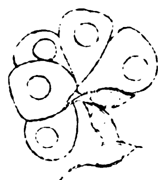


Fig. 12.

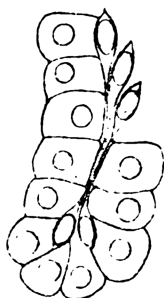


Fig. 13.

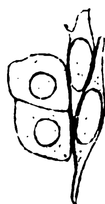


Fig. 14.

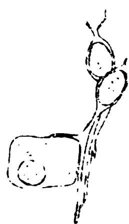


Fig. 15.



Fig. 16.

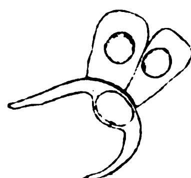


Fig. 17.



Fig. 18.

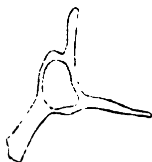


Fig. 19.

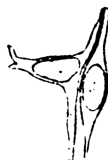


Fig. 20.



Fig. 21.

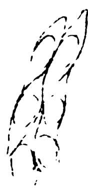
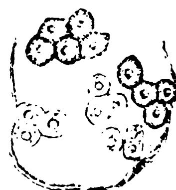


Fig. 22.

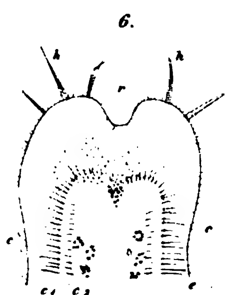


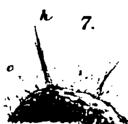
Fig. 23.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.











Flemming del. Wagenschieber sc.

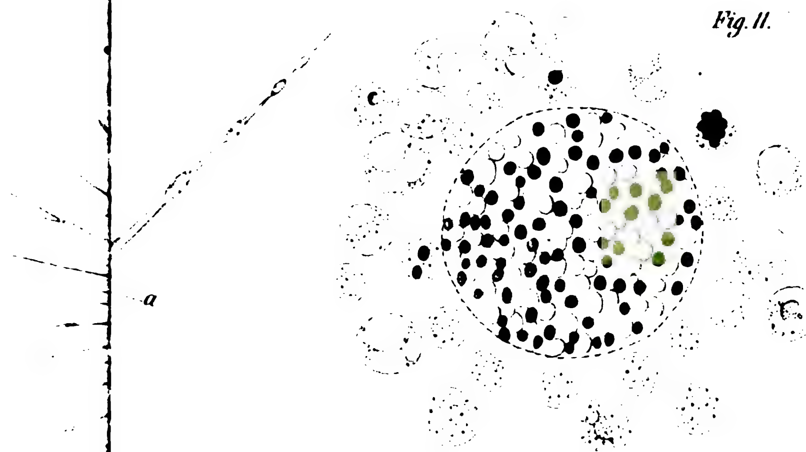
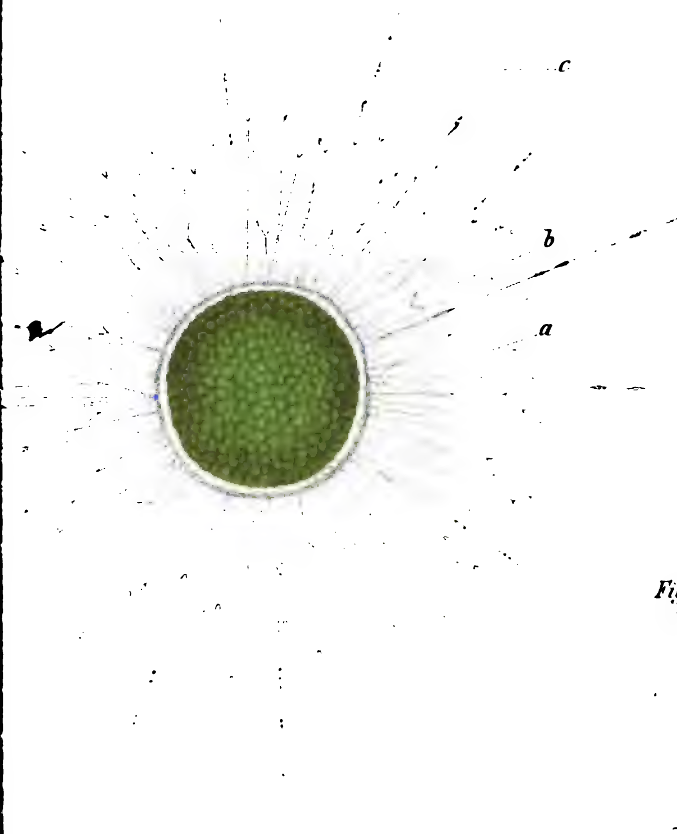


Fig. 8.



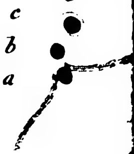


Fig. 7.



Fig. 9.

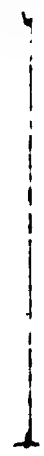


Fig. 33 a.

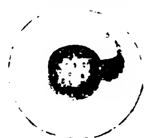
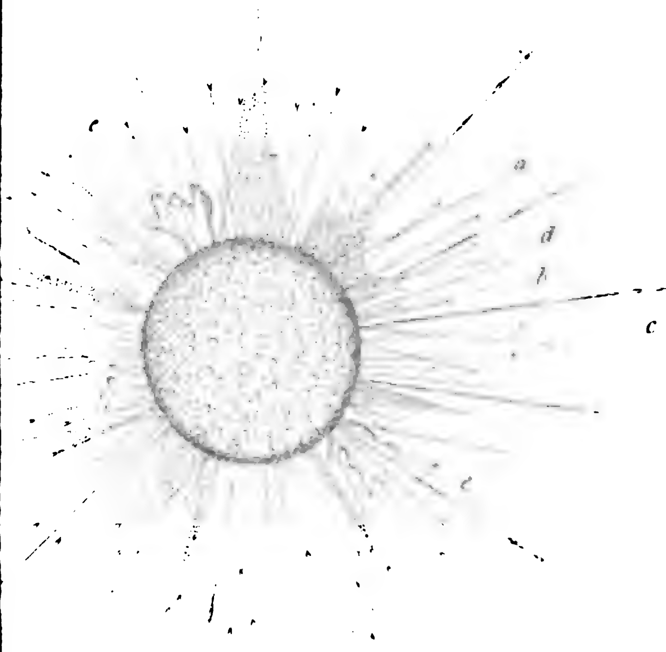


Fig. 36 a.



Fig. 19.



[F]ig. 35.

Fig. 36.

Fig 25.



